

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ostrava 2008

Bc. Jiří Bence

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

Příprava zkušebního provozu

tunelu Panenská na dálnici D8

Student:

Vedoucí diplomové práce:

Studijní obor:

Datum zadání diplomové práce:

Termín odevzdání diplomové práce:

Bc. Jiří Bence

Ing. Jan Hora

**Technika požární ochrany
a bezpečnosti průmyslu**

17. října 2007

30. dubna 2008



Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Bc. Jiří Bence

Studijní program: N3908 Požární ochrana a průmyslová bezpečnost

Studijní obor: 3908T006-30 Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu

Vedoucí katedry Vám v souladu se Statutem Fakulty bezpečnostního inženýrství
- studijním a zkušebním řádem pro studium v magisterských a bakalářských studijních
programech určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Příprava zkušebního provozu tunelu Panenská na dálnici D8

**The Preparation of Trial Operation of Panenská Tunnel along the
D8 Motorway**

Cíl práce:

Na základě přípravy a provedení taktického cvičení složek IZS definovat soubor technických
a organizačních opatření nutných pro zajištění podmínek pro bezpečné vedení účinného
zásahu složek IZS.

Charakteristika práce:

Práce je zaměřena na ověření podmínek pro vedení zásahu složek IZS v tunelu Panenská.
Bude věnována provedení dílčích ověřovacích zkoušek infrastruktury tunelu, plánu provedení
taktického cvičení složek IZS, rozboru zjištěných problémů. Výstupem práce bude obecný
koncept taktiky zásahu v podmínkách HZS Ústeckého kraje a soubor technických a
organizačních opatření nutných pro zajištění podmínek pro bezpečné vedení účinného zásahu
složek IZS, jejichž realizace je reálná v rámci zkušebního provozu tunelu.

Základní literární prameny:

- Směrnice Evropské komise 2004/54/EC,
- ČSN 73 7507 Projektování tunelů pozemních komunikací
- TP 154 Provoz, správa a údržba tunelů pozemních komunikací
- Technické podmínky 98 - Technologické vybavení tunelů.
- Lönenmark, A., On the Characteristics of Fire in Tunnels, Švédsko, Lund, 2005, DFSE, Lund University, ISBN 91-628-6637-0

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Hora

Konzultant diplomové práce:

Ing. Petr Kučera

Termín odevzdání diplomové práce:

30. dubna 2008

V Ostravě, 17. října 2007

Ing. Isabela Bradáčová, CSc.
vedoucí katedry

Místopřísežné prohlášení

"Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně".

V Krupce dne 31.3.2008

Jiří BENCE

Anotace

Diplomová práce se zabývá seznámením s nejdelším dálničním tunelem v ČR a s jeho požárně bezpečnostními zařízeními. V práci jsou charakterizovány druhy nebezpečí při zdolávání požáru v tunelu, zpracováno taktické cvičení složek IZS a jsou zde uvedeny i výsledky zkoušek, které byly provedeny v rámci odstávky tunelu Panenská na dálnici D8 ve zkušebním provozu. Výstupem diplomové práce je obecný koncept taktiky zásahu v podmínkách HZS Ústeckého kraje a soubor technických a organizačních opatření nutných pro zajištění podmínek pro bezpečné vedení účinného zásahu složek IZS.

Klíčová slova:

požár * dopravní nehoda * dálniční tunel * protipožární zabezpečení * větrání * taktické cvičení * tunel Panenská

Anotace

Thesis dealing with the longest high way tunnel in Czech Republic and its fire safety equipments.

There are specifications of different characteristics of fire scenario in the tunnel, fields exercise components of join rescue service and test result of closing the high way tunnel Panenska. The main point is to formalize common approach for fire department in the specific geographical environment in the region of Usti nad Labem and contains concept of technical and organizational precautions which are necessary in leading as such operation from the safety point of view.

Key words:

Fire * car accident * high way tunnel * fire safety equipments * air condition * field exercise * tunnel Panenska

BENCE, J.: *Příprava zkušebního provozu tunelu Panenská na dálnici D8*. Diplomová práce: Ostrava, VŠB – TU Ostrava, 2008, 80 s.

Poděkování

Děkuji touto cestou vedoucímu diplomové práce
Ing. Janu Horovi a také Ing. Jaroslavu Vaňkovi
za poskytnutou pomoc při zpracování diplomové práce.

OBSAH

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	3
LITERÁRNÍ REŠERŽE	7
ÚVOD	8
1 ČETNOST A PŘÍKLADY POŽÁRŮ V TUNELECH.....	9
2 CHARAKTERISTIKA POŽÁRU V TUNELU	11
3 OBECNÉ ZÁSADY ZÁSAHU JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY V SILNIČNÍCH TUNELECH [6]	15
4 CHARAKTERISTIKA TUNELU PANENSKÁ [4]	16
4.1 Popis tunelu Panenská.....	16
4.2 Požární voda - zdroje.....	17
4.3 Vzduchotechnika.....	17
4.3.1 Pracovní podmínky ventilátorů	18
4.3.2 Provedení.....	18
4.3.3 Ovládání ventilátorů při požáru.....	20
4.4 Nouzové osvětlení tunelu	21
4.4.1 Druh osvětlení	21
4.5 SOS skříně.....	22
4.6 Elektrická požární signalizace.....	23
4.6.1 Popis EPS	23
4.6.2 Zařízení dálkového přenosu	23
4.7 Zvukové zařízení	23
4.8 Videodohled	24
4.9 Centrální řídicí systém	24
5 PROVEDENÍ ZKOUŠEK V TUNELU PANENSKÁ	25
5.1 Prověřovací cvičení	25
5.2 Praktické zkoušky	27
5.2.1 Zkouška nuceného přetlakového větrání.....	27
5.2.2 Řídicí systém tunelu	28
5.2.3 Požární voda v hydrantovém rozvodu.....	29
5.2.4 Plochy pro přistání vrtulníků.....	30
5.2.5 Nouzového osvětlení tunelu	31

5.2.6	Evakuační rozhlas	31
6	TAKTICKÉ CVIČENÍ SLOŽEK IZS	33
6.1	Plán taktického cvičení složek IZS	33
6.2	Cíle cvičení.....	34
6.3	Téma cvičení	35
6.4	Místo provedení cvičení	35
6.5	Námět cvičení.....	35
6.6	Termín cvičení.....	36
6.7	Způsob provedení cvičení	36
6.8	Materiální zabezpečení cvičení	37
6.9	Meteorologická situace v době cvičení	37
6.10	Zúčastněné složky IZS	37
6.11	Úkoly základních složek IZS	38
6.12	TABULKA DOJEZDOVÝCH ČASŮ NA MÍSTO ZÁSAHU	39
6.13	Činnost úseků	39
6.14	Tabulka činnosti	40
6.15	Teoretický výpočet SaP.....	40
7	MODELÝ POŽÁRU MOTOROVÝCH VOZIDEL V SILNIČNÍCH TUNELECH	47
7.1	Teplotní křivka	47
7.2	Dopravní řešení	48
8	VYHODNOCENÍ CVIČENÍ	54
8.1	Rádiové spojení	54
8.2	Zjištěné poznatky z taktického cvičení	56
8.3	Závěr hodnocení taktického cvičení.....	59
9	APLIKACE OBECNÝCH ZÁSAD PRO ZÁSAH PŘI POŽÁRU V DÁLNIČNÍM TUNELU NA TUNELU PANENSKÁ.....	60
10	ZÁVĚR.....	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	65
	Seznam použitých zkratk a značek	66
	SEZNAM PŘÍLOH	67

LITERÁRNÍ REŠERŽE

Směrnice Evropské komise 2004/54/EC

Tato směrnice je zaměřena na zajištění minimální úrovně bezpečnosti uživatelů komunikací v tunelech transevropské silniční sítě prostřednictvím předcházení vzniku kritických událostí, které mohou ohrozit lidský život, životní prostředí a zařízení tunelu, a zajištění ochrany v případě nehod.

ČSN 73 7507 *Projektování tunelů pozemních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2006, 56 stran

Česká norma stanovující podmínky pro projektování, prostorové uspořádání a vybavení nově navrhovaných tunelů silnic, dálnic a místních komunikací. V normě jsou zohledněny požadavky Evropské směrnice stanovující minimální bezpečnostní požadavky pro silniční tunely.

Bojový řád jednotek PO. *Metodické listy*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2005, ML – N

Metodický předpis pro jednotky požární ochrany. Obsahuje písemně zpracovanou formu obecných zásad pro dané typy mimo řádných událostí. Metodické listy popisují druhy nebezpečí, organizace na místě události, požární taktiku apod. Předpis je průběžně doplňován novými metodickými listy.

ÚVOD

Výstavba a modernizace dopravní infrastruktury v České republice vedle svého vnitrostátního významu s sebou nese i význam evropský ve vazbě na tzv. trans-evropskou dopravní síť TEN-T, zahrnující kontinentální dopravní infrastrukturu včetně systémů řízení dopravy. Na problematiku výstavby a modernizace se můžeme dívat ze dvou hledisek. První se táže po smyslu, účelu a významu. Druhé se týká eventuálního trasování, tedy kudy by měla, případně neměla komunikace vést. Výběr území pro silniční koridory se stal ústředním tématem diskusí, sporů a protestů. Problémem je nejen to, že u nás není základní síť dálnic a rychlostních silnic dobudována, ale navíc její stávající síť je z části v nevyhovujícím stavu, ať jde o technické a bezpečnostní parametry, nebo o kvalitu vozovek a stavy objektů. S tím souvisí další problém – v desítkách měst a obcí ležících na hlavních silničních tazích dosud nebyly vybudovány obchvaty či optimalizované průtahy, což má samozřejmě zpětný vliv na stav životního prostředí v těchto aglomeracích.

Jedním z řešení se tak stává i výstavba silničních tunelů, které jsou vhodné při stavbách v hornatých oblastech, při nutnosti vedení optimální trasy vzhledem k co nejmenšímu zatížení okolního prostředí a obyvatelstva, nebo v městských aglomeracích s hustou zástavbou. Dálniční tunel Panenská je nejdelší silniční tunel v ČR s délkou necelých 2200 metrů. Nachází se na posledním úseku dálnice D8 z Trmic u Ústí nad Labem směrem na hranice se Spolkovou republikou Německo. Stavba byla zahájena v září 2003 a do provozu uvedena v prosinci 2006.

Jedná se o jednosměrný tunel se dvěma tubusy, které jsou propojeny devíti bezpečnostními chodbami vždy po cca dvoustech metrech. Cena stavby byla 4,2 mld. Kč včetně osmiset metrového úseku dálnice s opěrnými zdmi a mimoúrovňovou křižovatkou u Petrovic. Na jihu navazuje na tunel most Panenská (délka 264 m), na severu pokračuje dálnice po náspu ke křižovatce Petrovice a dále ke státní hranici [2].

Práce je zaměřena na ověření podmínek pro vedení zásahu složek IZS v dálničním tunelu Panenská. Je věnována provedení dílčích ověřovacích zkoušek infrastruktury tunelu, plánu provedení taktického cvičení složek IZS, rozboru zjištěných problémů.

Výstupem diplomové práce je obecný koncept taktiky zásahu v podmínkách HZS Ústeckého kraje a soubor technických a organizačních opatření nutných pro zajištění podmínek pro bezpečné vedení účinného zásahu složek IZS, jejichž realizace je reálná v rámci zkušebního provozu dálničního tunelu Panenská na dálnici D8.

1 ČETNOST A PŘÍKLADY POŽÁRŮ V TUNELECH

Každý transport nákladu, zejména nebezpečného zboží silničním tunelem představuje zvýšenou míru rizika.

Během posledních let podíl přeprav, včetně přeprav nebezpečných látek silničními tunely, narostl z přibližně 40 procent na 60 procent. Tím došlo zároveň i ke zvýšení pravděpodobnosti vzniku dopravní nehody s účastí nebezpečné látky a tím i k větší pravděpodobnosti vzniku požáru.

Následky těchto havárií jsou často velmi tragické. Bývají spojeny s požárem. V takovém případě dochází nečítka k úmrtí osob a k poškození životního prostředí a infrastruktury. Poškození zdraví a materiální škody jsou několikanásobně vyšší než při obdobné nehodě mimo tunel. Vyřešit tuto situaci zákazem přepravy nebezpečných látek tunely je však problematické. Došlo by k výraznému zvýšení ekonomických nákladů, k donucení přepraveců užívat v některých případech nebezpečnější komunikaci, například horským terénem nebo přes obydlená sídla.

Jako příklad uvádím několik dopravních nehod, k nimž došlo v posledních letech:

18.ledna 2002, Rakousko

K požáru došlo Tauernském tunelu. Příčinou byl kamion s poruchou motoru. Hasiči dostali situaci velmi rychle pod kontrolu, takže nedošlo k žádným zraněním.

14. dubna 2004, Švýcarsko

Tři sta metrů od výjezdu z tunelu Barety (dálnice A1 mezi Curychem a Basilejí) narazil plně naložený nákladní vůz v plné rychlosti do osobního automobilu a do dalších dvou nákladních vozů, které se převrátily. Osobní automobil začal hořet a oheň se rozšířil na nákladní vůz. Řidič osobního automobilu zemřel, pět osob bylo vážně zraněno.

4. června 2005, Francie/Itálie

Ve 13 km dlouhém alpském tunelu Fréjes, který spojuje Francii a Itálii, začala z automobilu převážející pneumatiky unikat nafta. Kamion se vzňal. Dva lidé, oba Slováci, při tragédii zemřeli, udusili se nedaleko východu z tunelu. Dvacet lidí bylo přiotráveno kouřem. Teplota v tunelu přesáhla 1000 stupňů Celsia, což bránilo záchranným pracím. Celkem bylo poničeno 10 km tunelu a žárem se zřítila část stropu tunelu.

Většina z výše uvedených dopravních nehod byla způsobena selháním lidského faktoru. Již samotný vjezd do tunelu může u řidičů vyvolávat specifické problémy, jako jsou problémy s viditelností, s kontrastem prostředí, problémy se ztrátou pozornosti a orientace díky monotónnímu prostředí. Proto jedou řidiči v tunelu sice opatrněji, ale na druhou stranu křečovitěji a snáze podléhají panice a zkratovému jednání. Při průjezdu tunely jsou tyto reakce řidičů odlišné, neadekvátní situaci a často nečekané. Celkový počet dopravních nehod v tunelech je sice menší než na volné komunikaci, ale nehody mají tragičtější následky.

2 CHARAKTERISTIKA POŽÁRU V TUNELU

Primárně je třeba si uvědomit, že požár je charakterizován křivkou rozvoje požáru v parametrech času a výkonu požáru. Obecně lze říci, že uplyne jistá doba, než se požár rozvine do kritické fáze celkového vzplanutí a následně jeho celkového rozvoje.

V podmínkách tunelu se jedná se zhruba o dobu pěti minut. To znamená, že pokud jsou překročeny kritické hodnoty rozhodných parametrů požáru, dojde ke vzniku flashoveru, tj. nemusí být zasaženo jediné vozidlo, ale všechna vozidla v kritické vzdálenosti. Podstatné pro vznik tohoto jevu je strmý nárůst hustoty tepelného toku v prostoru a teploty vrstvy kouře pod stropem tunelu šířící se do prostor tunelové trouby. Hustota tepelného toku je taková, že je velmi pravděpodobný přenos požáru na další vozidlo. Z toho vyplývá, že teplota plastických materiálů dosáhne záhy teploty vzplanutí a požár se rozšíří na další vozidla v okolí primárního požáru. Tento fenomén je ovlivněn přirozeným prouděním vzduchu v době vzniku požáru a následného zpuštění větrací soustavy tunelu. Rychlost šíření požáru není ve specifickém prostoru tunelu lineární. Pro požáry v tunelech neplatí normová teplotní křivka [14].

Pro uvažování požáru v silničním tunelu platí předpoklad rychlého šíření zplodin hoření, rychlého šíření požáru a vysokých teplot (v extrémních případech více než 1000 °C). Zplodiny hoření jsou vysoce toxické vzhledem k množství a charakteru hořlavých látek v místě požáru (hořlavé materiály v konstrukci vozidel, náklad vozidel, provozní náplně). Hoření materiálu vozidla a vnitřních povrchů tunelové trouby způsobuje šíření toxických zplodin hoření, mj. CO, HCN, HCl ve smrtelných a zraňujících koncentracích do prostor tunelu. Množství zplodin a hustota kouře jsou zásadními faktory, které ovlivňují možnost záchrany osob, nasazení sil a prostředků a možnost provedení záchranných a likvidačních prací. Při požáru je ohrožen velký počet osob. V tomto smyslu má zásadní význam nucená ventilace tunelu. Ta může být koncipována jako příčná, polopříčná nebo podélná. V podmínkách ČR je v současnosti převážně prováděna podélná ventilace. Proto je třeba věnovat se jí podrobněji.

Jednoznačně správný postup pro spuštění podélně větrající větrací soustavy, aplikovatelný obecně na požár v silničním tunelu, je prozatím v oblasti požární vědy ve fázi výzkumů. Neexistuje tedy jednoznačné vodítko, jak se bezprostředně postavit k řešení situace. V zásadě jsou diskutovány dva stavy, zda spouštět větrací soustavu ihned po detekci požáru nebo se zpožděním příp. jakým. Při nespouštění ventilace je optimalizována tepelná bilance požáru. V tomto smyslu má význam také tzv. modul tunelu charakterizující více méně jeho šířku a výšku. S rostoucím modulem tunelu se zvyšují tepelné ztráty požáru a z pohledu

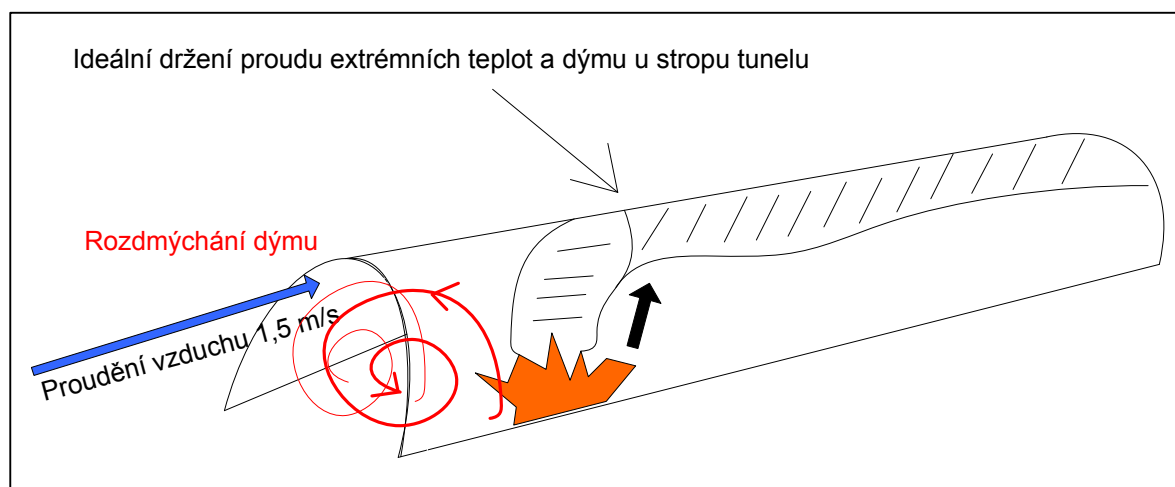
požární bezpečnosti jsou proto vyšší a širší tunely výhodnější. Naopak po spuštění ventilace a zvýšení rychlosti proudění vzdušiny dojde k takřka bezprostředně k destabilizaci neutrální roviny za požárem, viz obr. 2 [5]. Každá z uvedených variant může vyvolat jiné vedlejší nežádoucí důsledky krizové situace požáru v tunelu. Problém je řešitelný příčně větrající nebo příčně podélně větrající větrací soustavou, která je však ekonomicky náročná. Proto je vhodné provádět zkušební požár s reálným palivem, o výkonu srovnatelném se standardizovanou mimořádnou událostí před uvedením jednotlivých tunelů do provozu. Na základě získaných výsledků zkušebního požáru lze optimalizovat nastavení řízení větrací soustavy. Ideálním stavem šíření kouře tunelovým tubusem by bylo rychlé proudění vzdušiny při trvající stratifikaci ovlivněné pouze chladnutím kouře. V takovém případě by úroveň neutrální roviny lineárně klesala se vzdáleností od místa požáru v závislosti na teplotě vrstvy kouře. Doba, za kterou čelo vrstvy kouře dosáhne vzdálenosti, na které neutrální rovina poklesne pod kritickou úroveň, by mohla být teoreticky dostatečná pro bezpečný únik osob z tunelu.

Avšak při skutečném požáru v tunelu tomu tak není. Je tomu z několika důvodů:

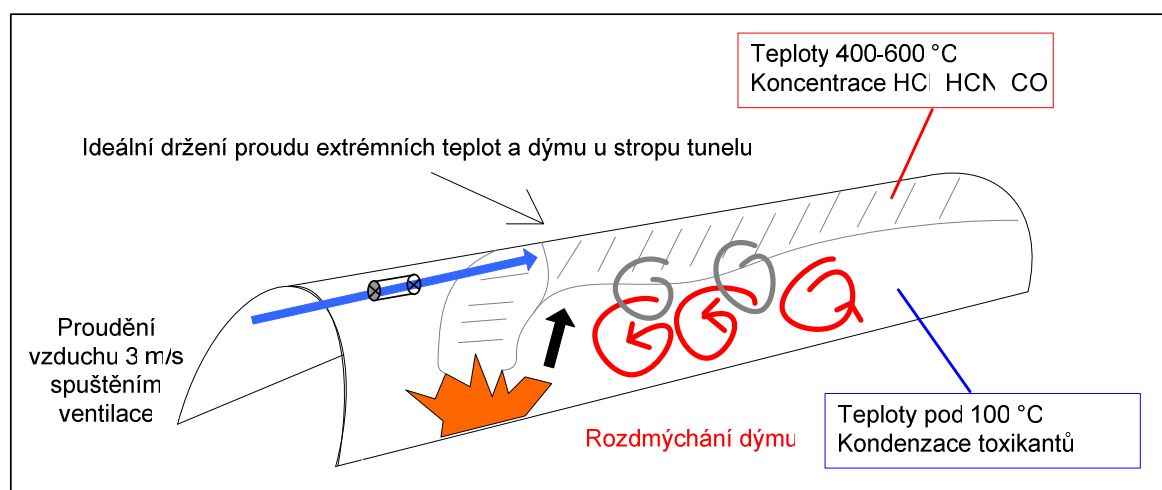
1. Horký kouř postupující tunelovou troubou u stropních hladin nese kromě toxických látek také velké množství tepelné energie. Teplotní vrstva držící se u stropu dosahuje v blízkosti primárního požáru ve fázi před celkovým vzplanutím zhruba 400 – 600 °C a vyzařuje sálavé teplo kolmo dolů. To je nebezpečné pro osoby pohybující se pod touto vrstvou a současně ohřívá hořlavé materiály pod touto vrstvou na teplotu vznícení resp. vzplanutí. Tento ohřev je rovnoměrný na velké ploše a ve svých důsledcích vede k tzv. flashoveru. Ohrožení vzniká nezávisle na teplotě vzduchu pod vrstvou hořkého kouře, protože směrodatná je hustota tepelného toku, která závisí na úrovni neutrální roviny a teplotě horkého kouře. Vzhledem k tomu, že lidské tělo má lepší schopnost pohlcovat tepelné záření než okolní vzduch je tok energie pro unikající osoby devastující bez ohledu na relativně nízké teploty v prostoru pod vrstvou kouře.
2. Při definované rychlosti proudění a definovaném profilu tunelu dojde po překročení rychlosti, která je specifická pro každý tunel, ke vzniku turbulencí. Turbulence poruší stabilitu neutrální roviny. V tomto smyslu není možné předpovědět její výškovou úroveň analyticky bez využití CFD modelování.

Při reálném požáru po překročení kritického výkonu a při hodnotě rychlosti proudění pod hodnotou kritické rychlosti dojde ke vzniku zpětného nasávání, tzv. backlayeringu, kdy

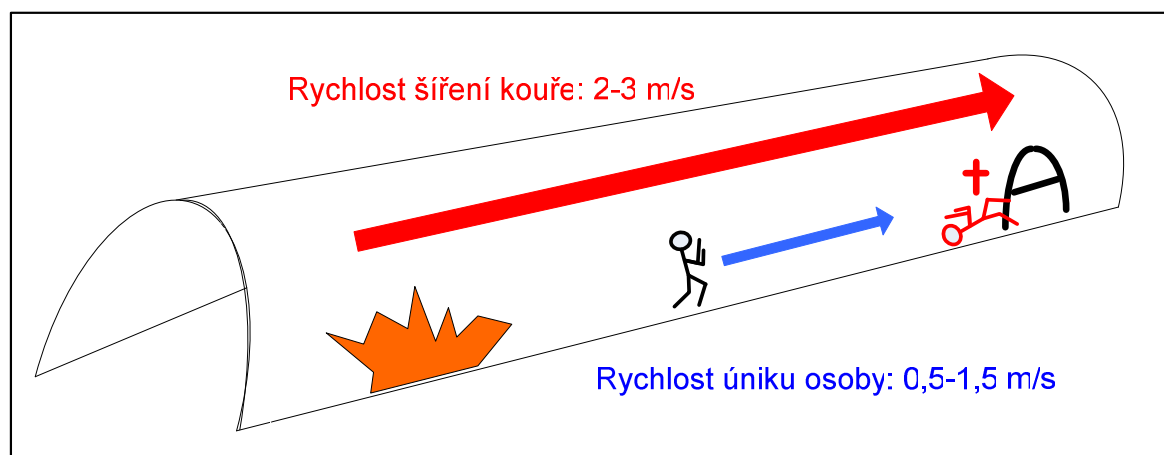
se v místě před požárem – ve směru proudění – vytvoří zóna zakouření zcela nebo s výrazně sníženou úrovní vrstvy kouře, viz. obr. 1 [5].



Obr.1: Schéma k vysvětlení problému nedostatečného větrání [5]



Obr.2: Schéma k vysvětlení problému ihned spuštěného větrání [5]



Obr.3 Schéma k vysvětlení problému rychlosti kouře vs. osoby [5]

Při požáru v tunelu hrozí nebezpečí výbuchu, jelikož se v místě požáru může nacházet vozidlo na plynový pohon nebo vozidlo převážející nebezpečné látky a předměty. Také dochází k působení tepla na stavební konstrukce (povrch vozovky, ostění), které odprýskávají a odpadávají, a k jejich značnému tepelnému namáhání (ztráta únosnosti výztuže), současně může docházet k poruchám větrání.

Z výše uvedeného je patrné, že zásah v silničním tunelu bude náročný vzhledem k extrémním podmínkám, velkému množství ohrožených osob, nutnosti využívat instalované vybavení tunelu, požadavkům na řízení a koordinaci nejenom sil a prostředků složek IZS ale také systému dopravy v širším okolí tunelu. Je zřejmé, že bez zevrubné přípravy, ověření podmínek pro vedení zásahu a opakovaného nácviku zásahové situace nejsou složky IZS v silničním tunelu schopny efektivně zasáhnout. V tomto smyslu je požadavek směrnice evropské komise EC/53/2001 na pravidelná taktická a prověřovací cvičení koncipovaná pro konkrétní tunel více než opodstatněný. V této práci je pozornost věnována tunelu Panenská na dálnici D8.

3 OBECNÉ ZÁSADY ZÁSAHU JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY V SILNIČNÍCH TUNELECH [6]

Zásahy tunelech na silničních komunikacích při dopravních nehodách spojených s požárem jsou mimo jiné charakteristické:

1. Obecně obtížnými podmínkami pro vedení zásahu zejména vzhledem k vysokému okamžitému tepelnému výkonu.
2. Průzkumem, který je veden s cílem:
 - a) Zjistit počet ohrožených osob, způsob jakým jsou ohroženy a místo, kde se nalézají,
 - b) Zjistit fázi rozvoje požáru, jeho zdroj a parametry a cesty jeho možného šíření.
2. Záchranou osob s různým stupněm zranění, často zaklíněné v havarovaných vozidlech, které jsou současně exponovány zplodinami hoření, zejména CO a HCN a současně mohou utrpět popáleniny.
3. Současným zdoláváním požáru a záchranou osob, které klade velké nároky na koordinaci a řízení SaP.
4. Řízením ventilace, případně dalších požárně bezpečnostních zařízení, v závislosti na postupu při vyprošťování osob a zdolávání požáru.
5. Obecně stísněným prostorem, zejména pro provádění záchranných prací ale současně i pro soustředění SaP a bojové rozvinutí.
6. Přítomností toxických zplodin hoření.
7. V jednosměrném tunelu vedením zásahu ve směru proudění vzduchu a ze sousední tunelové trouby.
8. Dlouhými překonávanými vzdálenostmi.
9. Možností plánovat a cvičit takový zásah vzhledem k typizaci tunelu a jeho vybavení, současně s možnostmi před příjezdem jednotek PO s velkou mírou pravděpodobnosti specifikovat druh a rozsah mimořádné události.

Základní dělení silničních tunelů, charakteristiky tunelu a obecné zásady zásahu jednotek požární ochrany v silničních tunelech uvádějí metodické listy Bojového řádu [1], viz příloha číslo I.

4 CHARAKTERISTIKA TUNELU PANENSKÁ [4]

Tunel Panenská je nejdelší český silniční tunel s délkou necelých 2200 metrů. Nachází se téměř na konci dálnice D8, na posledním úseku z Trmic u Ústí nad Labem směrem na hranice se Spolkovou republikou Německo. Stavba byla zahájena v září 2003 a do provozu uvedena v prosinci 2006.

4.1 Popis tunelu Panenská

Tunel je součástí dálnice D8 u obce Panenská. Jedná se o dva paralelní tunely. Levá tunelová trouba délky 2168 m a pravá tunelová trouba délky 2116 m, zvlášť pro každý směr dálnice. U jižního i severního portálu tunelu je situovaná jednopodlažní provozní budova – podústředna jih, respektive sever, ve které jsou umístěny transformátory a další technická zařízení potřebná pro provoz tunelu. Průjezdná výška tunelu je 4,5 m, ve střední části je průjezdná výška větší. Vozovka v tunelu je tvořena 2 jízdními pruhy 2 x 3,5 m. Celková šířka vozovky i s krajnicí je 7.5 m. Po obou stranách vozovky jsou chodníky o šířce 1m. Obě tunelové trouby jsou spojeny 10-ti únikovými cestami (TP), které jsou od tunelového tělesa odděleny požárními uzávěry (EW 90 SCD1). Záchranné cesty **TP 3 a TP 7 slouží pro přejezd lehké požární techniky**, případně vozidla ostatních složek IZS. **TP 5** (uprostřed délky tunelu) **slouží pak pro přejezd těžké požární techniky, ostatní TP slouží pouze jako únikové cesty pro osoby**. Každá tunelová trouba má tři nouzové zálivy, každý v délce 40 m ve vzdálenostech cca 700 m mezi sebou.

VYBAVENOST TUNELU:

- SOS skříně.
- Proměnné dopravní značení.
- Osvětlení, včetně nouzového osvětlení.
- Nucené větrání pomocí proudových ventilátorů.
- Uzavřený televizní okruh.
- Radiové spojení se složkami IZS.
- Spojovací a dorozumívací zařízení.
- Elektrická požární signalizace (EPS)

- Centrální řídicí systém.
- Přetlakové větrání spojovacích chodeb.
- Evakuační rozhlas.

4.2 Požární voda - zdroje

Požární voda v tunelu v hydrantové rozvodu je zajišťována z podzemní požární nádrže, která je situována na portálu tunelu staničení 94,245 km, před obslužným objektem o objemu 150 m³ pro potřebu požární ochrany a 50 m³ pro provozní účely. Požární vodovod je zásobován z předmětné požární nádrže (150 m³) s napojením na požární čerpadla zajišťující potřebný tlak v potrubí požárního vodovodu min. 0,45-0,8 MPa, aby byla zajištěna dodávka hasební vody v množství 2x20 l .s⁻¹ po dobu jedné hodiny

Požární vodovod je rozdělen do dvou samostatných větví DN 150. Požární čerpadla jsou napájena z distribuční sítě a diesel agregátu s automatickým přepínáním. Na požárním vodovodu jsou instalovány v pravé i levé tunelové troubě nadzemní hydranty 1xA a B 75 vždy u SOS skříní a u vstupů do záchranných chodeb v obou tunelových troubách.

Vzdálenost mezi hydranty je menší než 200 m. Požární nádrž je opatřena dvěma vstupy 1000x1200 mm s poklopem, které umožní nasazení plovoucích čerpadel. Jako druhý zdroj požární vody slouží požární nádrž, která je situována na portálu ve staničení 92,1 km o objemu 200 m³. Na této požární nádrži je zřízeno plnicí místo. Jedná se o nadzemní výtokovou armaturu, napojenou na požární čerpadlo v požární nádrži, která umožňuje plnění mobilní požární techniky horním otvorem. Požární čerpadlo sloužící pro plnicí místo je napájeno elektrickou energií ze dvou na sobě nezávislých zdrojů s automatickým přepínáním v případě výpadku el.energie. Ovládání plnicího místa je z vnější strany PTO – včetně spínání čerpadla a ovládání plnicích armatur. Nejmenší odběr z plnicího místa je stanoven na 40 l/s.

4.3 Vzduchotechnika

V tunelu je navržen systém podélné nucené ventilace. Tunel je během normálního provozu větrán nuceně (pravá tunelová trouba 2 x 6 kusy ventilátorů, levá tunelová trouba 7x2 ks ventilátorů). Ventilátory jsou ovládány z dispečinku. Ventilátory jsou funkční do teplot min. 400 °C po dobu 90 min. Ventilátory jsou spínány samočinně při požáru od EPS anebo obsluhou dispečinku tunelu. Je také možná změna směru proděnění vzduchu reverzací otáček

ventilátoru. Záchranné cesty pro osoby i vozidla jsou přetlakově větrány a jsou vybaveny požárními uzávěry EW 90 SC DP1.

4.3.1 Pracovní podmínky ventilátorů

V tunelu Panenská je využíváno podélného umělého větrání v tunelových troubách, které zajistí prouděním vzduchu přípustné koncentrace škodlivin od provozu vozidel a dodržení průhlednosti (opacity) v prostoru. Pohybem vozidel ve směru jízdy dochází k tzv. pístovému účinku, kterým budou zplodiny vynášeny v dostatečné míře. Při malých rychlostech pohybu vozidel, případně jejich krátkodobím stáním či soustředěním počtu v pomalých kolonách, jsou spouštěny proudové ventilátory. V pravé troubě je navrženo šest dvojic, v levé troubě sedm dvojic, protože proudění ve směru jízdy směrem dolů působí proti přirozenému tahu, který musí proud vzduchu překonat. Ventilátory jsou upevněny pod stropem vždy dva vedle sebe, nad průjezdným profilem pružnými závěsy a zajištěním.

Při provozu všech ventilátorů je zajištěna teoretická rychlost proudění do 4 m.s^{-1} . Teoretická rychlost proudění 3 m.s^{-1} je zajištěna ještě v případě poruchy čtyř resp. dvou ventilátorů. Ventilátory mají možnost pracovat s oběma směry otáčení. Toho může velitel zásahu využít pro obrácení směru proudění vzdušnin. Ventilátory jsou ovládány řídicím systémem provozu technologie tunelů. V normálním provozu jsou spouštěny čidly měření rychlosti proudění, koncentrace a opacity. V případě požáru jsou zapínány podle předem zpracovaného programu, který je v řídicím systému implementován.

Kontrola provozu ventilátorů je prováděna na dispečinku v Řehlovicích případně Petrovicích, odkud je možné i samostatné ovládání. Samostatné ovládání je umožněno z PTO - před vjezdu do tunelu.

Ventilátory jsou při výpadku sítě napájeny z náhradního zdroje – dieselagregátu, spouštěny postupně podle potřeby, se zajištěním doby provozu minimálně dvě hodiny

4.3.2 Provedení

Požár v tunelové troubě

Vzduchotechnika tunelů Panenská zajišťuje odvětrání tunelů a propojek při těchto stavech:

- při požáru jak při evakuaci tak likvidaci požáru – požární větrání,
- při běžném jednosměrném i obousměrném provozu – provozní větrání.

Při požáru je kouř odváděn tunelovou troubou k portálu v hlavním směru (přirozeně nebo nuceně pomocí proudových ventilátorů).

Vzduchotechnika byla navržena na tzv. návrhový požár o tepelném výdeji do 30 MW a produkci kouře do $80\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což je ekvivalent požáru jednoho malého nákladního vozidla bez nebezpečného nákladu.

Při provozu jsou tunely odvětrávány podélně ve směru jízdy. Podélné proudění v tunelu je vyvoláno pístovým efektem projíždějících vozidel a při zvýšené koncentraci zplodin pomocí proudových ventilátorů.

Detekce požáru

Při spuštění požárního režimu reakcí na **teplotního lineárního hlásiče** – FibroLaser II, lze spuštění očekávat během 2-5 minut v závislosti na zpoždění, které je způsobené ochlazováním prostředí v tunelu při vyšších rychlostech proudění. Nestandardní událost je také automaticky detekována **videodohledem**, např. stojící vozidlo, nehoda, požár apod. a je upozorněn operátor, který může vyhlásit poplach manuálně. Podobně postupuje v případě nouzového volání z tunelu. Doba zjištění požáru a přepnutí ventilace do režimu požárního větrání se tak zkrátí na 1 minutu. V tomto smyslu je však rozhodná setrvačnost vzdušné masy. Projekt neuvádí, za jak dlouho se vzdušina dá do pohybu a kdy dosáhne nadkritické rychlosti.

Evakuace

V první fázi probíhá únik uživatelů do bezpečné zóny bez asistence profesionálních záchranných složek.

Vzduchotechnika je v automatickém požárním režimu.

Při podélném systému odvětrání se většinou při jednosměrném provozu předpokládá, že vozidla za požárem odjedou a kouř je poté odváděn ve směru jízdy – v hlavním směru tak, aby neohrozil osoby před požárem, (kterým brání v pokračování jízdy) a nakonec je kouř odváděn výjezdním portálem.

Při výjimečných situacích, jako je obousměrný nebo zablokovaný jednosměrný provoz, nebo když vypukne požár za situace, kdy je uvězněno vozidlo i na straně za požárem, nemůže být funkčnost odvodu zajištěna, protože kouř vždy zasáhne jednu stranu.

Pravděpodobnost přežití některých osob na straně, kterou odchází kouř, lze zvýšit udržováním

minimálního podélného proudění. Při tomto způsobu větrání dojde ke zpětnému šíření kouře. Pokud k tomu dojde, tak jsou vystaveni působení vysokých teplot a toxických zplodin hoření osoby za požárem.

Snahou je vytvořit co nejlepší podmínky pro stratifikované šíření kouře, což je přechodný příznivý vývoj situace při požáru, kdy se kouř drží pod stropem tunelu a zanechává vrstvu nad vozovkou nezakouřenou. Tento jev závislý na mnoha vlivech, ale je jisté, že nastává pouze **při rychlostech proudění 1 - 2 m.s⁻¹**. Při těchto rychlostech je třeba počítat se zpětným šířením kouře proti směru proudění. Závisí na Reynoldsově číslu, na kritické rychlosti, tj. rychlosti při které nebude jistě ke zpětnému proudění docházet. Tato se stanovuje vždy pro konkrétní tunel a na dalších kritériích.

Pravděpodobnost a následky výjimečných situací včetně nebezpečného nákladu a požárů nad 30 MW řeší bezpečnostní a riziková analýza.

V druhé fázi, po příjezdu složek IZS, probíhá asistovaná řízená evakuace a záchrana osob. Vzduchotechnika zůstává v automatickém požárním režimu, ale velitel zásahu ji může převzít v případě potřeby v poloautomatickém nebo ručním režimu. Například velitel zásahu rozhodne, že je nutné zvýšit rychlost proudění, případně obrátit směr proudění. Pro tuto potřebu jsou navrženy poloautomatické režimy, které obsluha jedním tlačítkem, na povel velitele zásahu, spustí. Zásah do automatického režimu požárního větrání během evakuace by měl nastat pouze v nutných případech. Reverzace proudění pouze v případě, že zmenšuje riziko pro uživatele tunelu (např. v blízkosti portálu), kdy je třeba definovat stavy. Tyto situace je však třeba analyzovat a ověřit je při funkčních zkouškách, předem dohodnout rámcové scénáře, kdy se tak stane a provádět tyto zásahy s největší obezřetností.

4.3.3 Ovládání ventilátorů při požáru

Ventilátory v tunelu s požárem jsou spouštěny postupně v 10 sec intervalech. Jako první se spustí dvojice nejbližší k výjezdovému portálu a potom postupně všechny ventilátory směrem k vjezdovému portálu. V nezakouřeném tunelu je nutné měnit směr proudění vzduchu, aby byl stejný jako v tunelu s požárem. Nejdříve se spustí dvě dvojice ventilátorů na začátku ve směru požadovaného změněného směru proudění (reversní směr proudění). Dále se spustí jedna dvojice u druhého portálu v opačném směru proudění (hlavní směr). V únikovém, nezakouřeném tunelu se vytváří přetlak, který zabrání pronikání kouře z tunelu s požárem vozidla přes únikové propojky – takže uchrání celou nezasaženou tunelovou troubu přes portály a to na 100% - obvykle se řeší rozdílnou rychlostí proudění a odsazením portálů.

V každé tunelové troubě je dodržení požadované min. rychlosti proudění 3 m.s^{-1} dosaženo i při výpadku 4 kusů (dvě dvojice) proudových ventilátorů zničených vlivem požáru.

4.4 Nouzové osvětlení tunelu

Je řešeno v obou tunelových troubách. Napájení je provedeno ze dvou nezávislých zdrojů rozvodné sítě a z UPS a dieselagregátoru. Svítidla nouzového osvětlení jsou instalována ve výšce cca 80 cm nad vozovkou a ve vzdálenosti cca 12 m. Nouzové osvětlení je taktéž instalováno i v záchranné cestě. Je zaručena činnost nouzového osvětlení minimálně po dobu 120 min.

4.4.1 Druh osvětlení

Samostatné nouzové únikové osvětlení, při normálním provozu nesvítí.

Zdroje elektrické energie a způsoby napájení:

- hlavním zdrojem je distribuční síť SČE,
- záložní zdroj UPS,
- náhradní dieselagregát.

Po výpadku hlavního napájení zůstává trvale bez zhasnutí v provozu skupina náhradního osvětlení, napájená z rotační UPS po dobu, než nastartuje dieselagregát, to je do 15 vteřin. Obvody nouzového únikového osvětlení se rozsvěcí automaticky také při hlášení poplachu elektrickou požární signalizací, či jiným varovným a detekčním zařízením.

Svítidla hlavního osvětlení jsou připevněna na stropě a na závěsech nesoucích instalační rošty uprostřed klenby. Svítidla nouzového osvětlení jsou ve stěnách po obou stranách tunelů ve vzdálenosti 12 metrů a ve výšce 0,8 – 0,9 metru nad vozovkou.

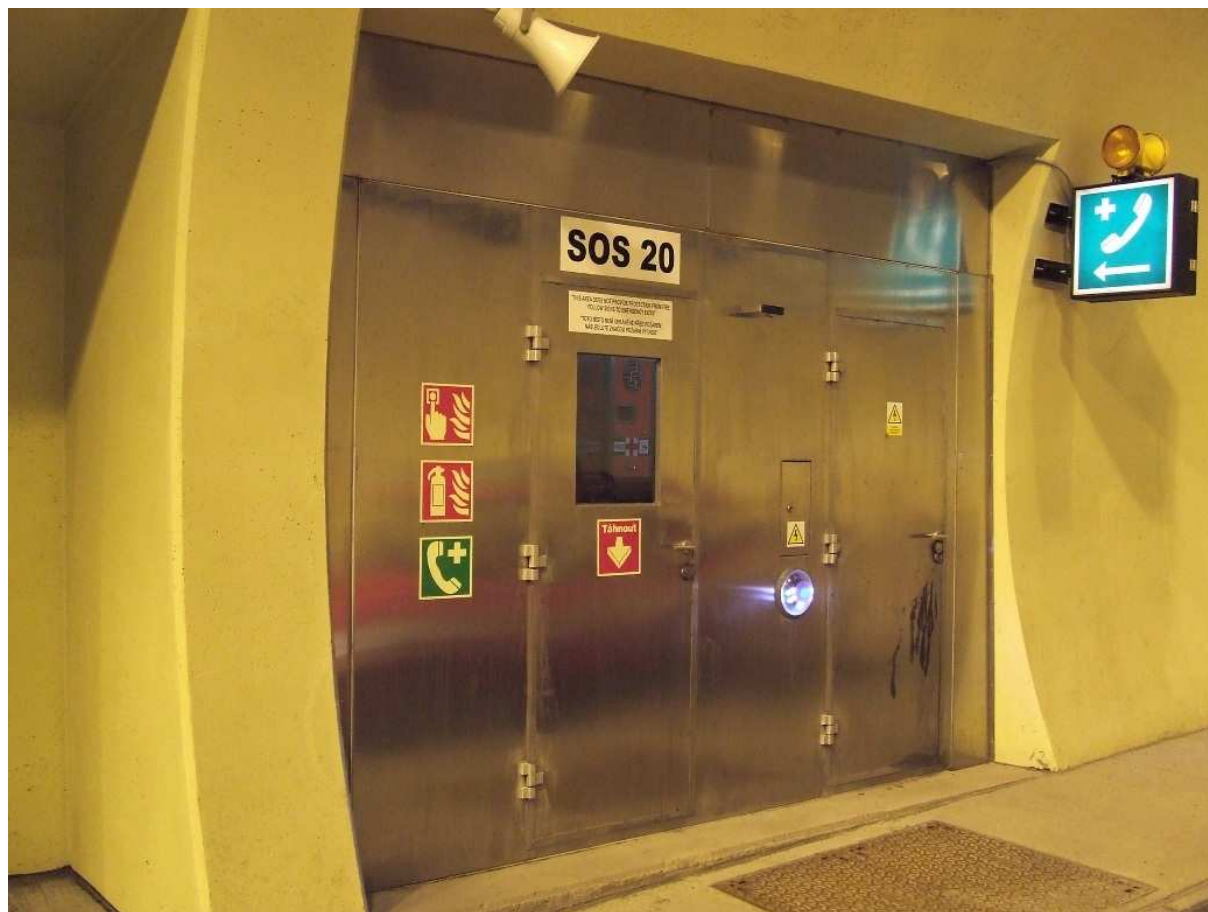
Nouzové osvětlení zajišťuje hladinu osvětlenosti:

- 2 luxy v ose únikového chodníku,
- 5 luxů u vstupů do skříní SOS a do záchranných chodeb,
- 15 luxů v záchranných chodbách a u skříní SOS u vstupu do záchranných chodeb, kde jsou použity trvale prosvětlené piktogramy.

Všechna svítidla a instalace jsou v krytí min. IP65.

4.5 SOS skříně

Podél dálnice jsou řidičům k dispozici pro případ tísně tzv. hlásky tísňového volání SOS. I v tunelu jsou takové hlásky umístěny (obr. č.4), ve vzdálenosti cca 150 m. V pravém směru jízdy jsou tyto hlásky situovány na 18 místech, v opačném směru jízdy v 17 místech. Uvnitř kabiny se po vstupu rozsvěcí osvětlení, k dispozici je telefonní přístroj tísňového volání a tlačítka pro spojení s policií, záchranou službou a odtahovou službou. V SOS skříně je k dispozici základní bezpečnostní vybavení v podobě lékárničky, páčidla, krumpáče a dvou kusů hasících přístrojů. Hlásky SOS jsou trvale připojeny ke zdroji nepřerušného napájení a na signálové straně do přenosové sítě dálničního informačního systému.



Obr.4. Umístění hlásky tísňového volání SOS v dálničním tunelu Panenská

4.6 Elektrická požární signalizace

4.6.1 Popis EPS

Elektrická požární signalizace je v tunelové troubě provedena optickým kabelem Fibro Laser, který je upevněn pod klenbou tunelu. Vznik požáru ve sledované délce je možno rozlišit s přesností 0,5 metru. Ostatní prostory příslušející stavbě tunelu, jsou hlídány tzv. optickokouřovými hlásiči. Všechna místa k úniku osob a SOS skříně budou ještě doplněna tlačítkovými hlásiči požáru. Všechny tyto prvky souboru EPS se propojí do dvou ústředí. Výstup je sveden na vzdálené dispečerské pracoviště v Řehlovicích.

4.6.2 Zařízení dálkového přenosu

Zabezpečovací signalizace informuje o dovozeném i nedovozeném pohybu osob. Tak je signalizován například vstup do každé SOS skříně, sejmutí náradí v ní, vstup do každé propojky mezi tunely, do rozveden atd. Pro doplnění informace o pohybu osob slouží dále bezpečnostní kamerový dohled.

Celkem je instalováno 63 kusů bezpečnostních kamer, jejichž obraz je přenášén na všechna dispečerská pracoviště.

4.7 Zvukové zařízení

Evakuační rozhlas je soubor bezpečnostního zařízení, které v případě potřeby může využít dispečer provozu tunelu, pracovníci policie, záchranné služby či hasičů k předání zvukové informace řidičům a osobám v tunelu k rychlé orientaci při vzniku nebezpečných situací, a to například v případě nehody, úniku nebezpečných látek, požáru apod. Pro situace odpovídající programově připraveným scénářům jsou v záznamových nosičích předem nahraná hlášení, která se po ověření automaticky spustí. Přímé hlášení může provést z provozně technického objektu velitel zásahových jednotek nebo dispečer z Řehlovic.

4.8 Videodohled

Monitoruje provoz v tunelu. Video signál je přenášen na dispečerská pracoviště v Řehlovicích, PČR a na záložní dispečink umístěný na stanici HZS Ústeckého kraje v Petrovicích.

4.9 Centrální řídicí systém

Řídicí systém tunelu slouží pro řízení dopravy v tunelu a zabezpečuje návaznost na technologickou část tunelu. Je zajištěn přenos dat do dispečinků v Řehlovicích a Petrovicích. V případě potřeby je systém schopen:

- automaticky přestavit proměnné dopravní značky,
- v havarijních případech tunel uzavřít,
- podporuje rovnoměrnost dopravy v tunelu.

- v případě zastavování vozidel v tunelu, snižuje povolenou rychlost před tunelem nebo vozidla před tunelem zastavuje.

Řídicí systém tak zajišťuje v parametrech regulaci a ovládání osvětlení, proudění vzduchu, kontroluje a vyhodnocuje provozní a poruchové stavy, např. tlak vody v potrubí pro vodovodní hydranty, stav hlásičů požární a zabezpečovací signalizace, provozuschopnost napájení elektrickou energií atd. Řídicí systém technologie provozu tunelu spolu s řídicím systémem pro řízení dopravy se mohou vzájemně zastoupit v případě poruchy některého z nich.

5 PROVEDENÍ ZKOUŠEK V TUNELU PANENSKÁ

Prvním krokem, který předcházel vlastnímu taktickému cvičení složek IZS a samozřejmě i k vytvoření metodických pokynů bylo provedení prověřovacího cvičení a praktických zkoušek požárně bezpečnostních zařízení tunelu Panenská dne 24. 4. 2007.

5.1 Prověřovací cvičení

Hlavním cílem prověřovacího cvičení bylo prověření metodicky stanovených dojezdových časů jednotek požární ochrany předurčených požárním poplachovým plánem (dále jen „PPP“) k zásahu v prostorech objektu tunelu Panenská před otevřením nově vybudované části dálnice D-8 v úseku Trmice – státní hranice a ověřit akceschopnost především jednotek SDHO k provedení zásahu v dopoledních hodinách všedního dne.

Na místo zásahu byly prostřednictvím KOPIS vyslány všechny jednotky PO dle PPP. Dojezdové časy jednotek PO zařazených v prvním stupni poplachu odpovídají stupni nebezpečí území obce IIB. Na základě výsledků tohoto prověřovacího cvičení bylo možno konstatovat, že celkový početní stav sil a prostředků jednotek PO, které se na místo zásahu v určitém časovém intervalu dostavily (tabulka č. 1), v mnoha ohledech nevytváří předpoklady k úspěšnému zvládnutí případně vzniklé mimořádné události. Shromaždiště jednotek PO bylo stanoveno na jižním portálu tunelu Panenská.

V případě, že by v jízdním pruhu dálnice D8 směrem na SRN došlo ke kongesci , musely by jednotky PO použít objízdné trasy a shromaždiště by se přesunulo na severní portál tunelu, který nabízí shodné technické zázemí jako portál jižní. Pořadí a složení předurčených jednotek PO by se v tomto případě neměnilo, u jednotek, které přijíždí objízdnou trasou ze směru od Ústí nad Labem by však došlo k navýšení času dojezdu přibližně o 7 minut. Tyto údaje jsou uvedeny v tabulce č.1.

Z výčtu SaP, které se dostavily k zásahu a uvedených v tabulce č.1 je patrné, že jednotky SDHO Tisá, Telnice a Chabařovice nebyly v souladu s §18 vyhlášky 247/2001 Sb, ve znění vyhlášky 226/2006 Sb. akceschopné, tzn. nebyl dodržen početní stav členů jednotky SDHO. Velitelé uvedených jednotek byly na tuto skutečnost upozorněny s požadavkem sjednání nápravy.

Za nedostatek také byla považována skutečnost, že dvě jednotky SDHO, konkrétně SDHO Tisá a SDHO Chabařovice, nebyly vybaveny zásahovými oděvy a obuví, což by

snížilo variabilitu jejich možného využití. Navíc jednotka SDHO Tisá není vybavena dýchací technikou. Tyto nedostatky ve vybavení jednotek SDHO byly po vyhodnocení cvičení projednány na krajském úřadě Ústeckého kraje, který následně těmto přispěl finanční částkou na nákup zásahových oděvů a dýchací techniky. Tímto se zvětšila vlastní variabilita využití těchto jednotek při provádění zásahu v tunelu, v opačném případě by se jejich činnost omezila pouze na pomocné práce a vyvstala by nutnost na místo zásahu povolát další jednotky HZS kraje.

Tabulka č.1: Zúčastněné jednotky požární ochrany dle PPP a jejich dojezdové časy.

Stup eň	Jednotka (čas vyhlášení 10:01)	Výjezd	Příjezd jižní portál	Čas od vyhlášení	Poč. stav	Příjezd severní portál
I.	Stanice Petrovice	10:02	10:05	0:04	1+4	0:03
	Stanice Ústí n. Labem	10:02	10:13	0:12	1+7	0:19
	JSDHO Petrovice	10:04	10:12	0:11	1+3	0:10
	Celkem				17	
II.	JSDHO Tisá	10:08	10:24	0:23	1+2	0:21
	JSDHO Telnice	10:05	10:18	0:17	1+2	0:25
	JSDHO Libouchec	10:08	10:20	0:19	1+4	0:26
	JSDHO Chlumec	10:05	10:15	0:14	1+2	0:21
	JSDHO V. Chvojno	10:07	10:16	0:15	1+4	0:22
	JSDHO Jílové Modrá	10:12	10:30	0:29	1+10	0:36
	JSDHO Chabařovice	10:09	10:22	0:21	1+7	0:28
	Celkem				38	

Přínosem bylo, že se po ukončení prověřovacího cvičení všechny zasahující jednotky zúčastnily detailní prohlídky tunelu se zaměřením na provedení zkoušek požárně bezpečnostní zařízení, především s důrazem na jejich umístění, funkci a způsob ovládání (využití).

Jednalo se zejména o

- faktickou zkoušku nuceného větrání tunelových trubů pomocí proudových ventilátorů za použití dýmovnic,
- funkčnost přetlakového větrání spojovacích chodeb,
- posouzení možnosti využití uzavřeného televizního okruhu a centrálního řídicího systému pro řízení zásahu,
- funkčnost nadzemních hydrantů a dodávka požární vody v prostorách tunelových trub,
- prohlídku přistávacích ploch pro vrtulníky,
- kontrolu kvality osvětlení, včetně nouzového osvětlení,
- funkčnost a kvalitu srozumitelnosti evakuačního rozhlasu.

5.2 Praktické zkoušky

5.2.1 Zkouška nuceného přetlakového větrání

Zkouška nuceného přetlakového větrání tunelové trouby pomocí proudových ventilátorů (obr. č. 5) byla provedena pomocí umělého zakouření za použití 12-ti ks. dýmovnic (bílé a černé barvy). Protože však nebyl zkoušen požár s reálným palivem, o výkonu srovnatelném se standardizovanou mimořádnou událostí, je zřejmé, že objem vyvíjeného kouře nemusí odpovídat předpokládanému množství kouře pro hypotetický požár 30 MW.

Během zkoušky se nevyskytly žádné závady, přetlakové větrání osazenými proudovými ventilátory se jeví jako velmi účinné. Nedošlo k zakouření prostoru před fiktivním požárem, kouř byl okamžitě strháván a odváděn požadovaným směrem. Se stejným výsledkem proběhla i kontrola větrání propojek, zde je však pohyb kouře pomalejší. Bylo také zjištěno, že požární uzávěry EW 90 SC DP1 s panikovým kováním na dveřích v propojkách jsou špatně seřizené. V několika případech bylo nutné vyvinout větší sílu k jejich otevření.



Obr. 5. Místo výstupu kouře z tubusu na jižním portálu při reverzaci ventilátorů

5.2.2 Řídicí systém tunelu

Řídicí systém tunelu slouží pro řízení dopravy v tunelu a zabezpečuje návaznost na technologickou část tunelu. Jeho pomocí je možné ovládat veškerá požárně bezpečnostní zařízení. Je zajištěn přenos dat do dispečinků v Řehlovicích a Petrovicích. V případě potřeby je systém schopen například automaticky přestavit proměnné dopravní značky, spustit přetlakové větrání, zapnout nouzové osvětlení, ovládat evakuační rozhlas. Ovládání je jednoduché. Ovládání jednotlivých subsystémů je přímo přizpůsobeno pro velitele zásahu pomocí dotykového panelu. Samostatný subsystém tvoří kamerový systém, který umožňuje sledovat vývoj události a pohyb osob v obou tubusech a ve všech propojkách, což usnadňuje především kontrolu pohybu osob a vozidel a dohled nad činnostmi zasahujícími jednotek. Jeho využitelnost pro řízení zásahu je značným přínosem pro velitele zásahu při řešení mimořádných událostí.

5.2.3 Požární voda v hydrantovém rozvodu

Požární voda v hydrantovém rozvodu tunelu je zajišťována z podzemní požární nádrže, která je situována na severním portálu tunelu před obslužným objektem o objemu 150 m³. Fyzicky bylo vyzkoušeno na této nádrži nasazení plovoucích čerpadel skrze dva vstupy 1000x1200 mm s poklopem. Vlastní požární vodovod je rozdělen do dvou samostatných větví a je zásobován z předmětné požární nádrže s napojením na požární čerpadla, která zajišťují potřebný tlak v potrubí požárního vodovodu (obr.č.6) min. 0,45-0,8 MPa (měřeno na 6-ti hydrantech). Na požárním vodovodu jsou instalovány v pravé i levé tunelové troubě nadzemní hydranty 1xA a B 75 vždy u SOS skříní a u vstupů do záchranných chodeb v obou tunelových troubách. Vzdálenost mezi hydranty je menší než 200 m.

Zkoušky probíhaly ve dvou úrovních. Jednak se zjišťoval požadovaný tlak v potrubí požárního vodovodu postupně na jednotlivých hydrantech a jednak při současném odběru vždy dvou sousedních hydrantů (tři zkoušky). Bylo zjištěno, že vždy bylo dosaženo požadovaných hodnot.

Dále byla provedena zkouška nouzového napájení požárních čerpadel při přerušení dodávky elektrické energie. Tato zkouška rovněž proběhla bez závad, došlo k automatickému nastartování dieselagregátu a následně k automatickému přepnutí k napojení na distribuční síť elektrické energie (pomocí obsluhy zásahem do řídicího systému).



Obr.6. Praktická zkouška hydrantového rozvodu tunelu

5.2.4 Plochy pro přistání vrtulníků

Plochy na zpevněném středním dělicím pásu dálnice před tunelem (u obou portálů) uvažované pro přistání vrtulníků LZS a PČR v případě zásahu u tunelu Panenská nemají statut vrtulníkového letiště (heliportu) a jejich parametry nejsou v souladu s předpisem Ministerstva dopravy L 14 H. Z těchto důvodů není vhodné je značit jako heliporty. Lze je však využít v případě potřeby jako plochy pro vzlety a přistání vrtulníků v terénu, na základě rozhodnutí pilota.

Praktická zkouška, při které byl využit vrtulník ministerstva vnitra ukázala, že přistání vrtulníku v prostorech jižního i severního portálu mezi tunelovými tubusy je možné. Dle informací pilota vrtulníku proběhlo bez větších problémů (obr. č.7).

V době přistávání vrtulníku bylo bezvětrí při současném chodu ventilátorů v tunelu o rychlosti proudění 4 m.s^{-1} . Dle vyjádření pilota vrtulníku je možné přistání mezi tubusy i při spuštění ventilátorů s vyšší rychlostí do rychlosti proudění cca do 8 m.s^{-1} .



Obr.7. Místo přistání vrtulníku mezi tubusy na jižním portálu dálničního tunelu Panenská

5.2.5 Nouzového osvětlení tunelu

Kontrola nouzového osvětlení tunelu potvrdila, že viditelnost v případě přerušení odstávky elektrické energie by byla na dostačující úrovni, umožnila by evakuace osob samostatně pohyblivých.

V případě silného zakouření v tunelu však byla viditelnost téměř nulová, což by evakuaci samostatně pohybujících se osob značně ztížilo.

5.2.6 Evakuační rozhlas

Zkouška evakuačního rozhlasu odhalila skutečnost, že seřízení evakuačního rozhlasu tak, aby byl slyšitelný a srozumitelný v tunelových troubách i v záchranných cestách (tunelových propojkách) nebylo dosud provedeno. Je to dáno zejména velkou hlučností

v tunelu i po zastavení provozu a vytváření echoefektu. Lze konstatovat, že rozhlas neplnil svou funkci.

Se všemi nedostatky, které byly během zkoušek zjištěny, byli seznámeni zástupci provozovatele tunelu, dále zástupci základních složek IZS a pracovníci odboru krizového řízení krajského úřadu Ústeckého kraje.

6 TAKTICKÉ CVIČENÍ SLOŽEK IZS

6.1 Plán taktického cvičení složek IZS

Taktické cvičení se uskutečnilo během zkušebního provozu a to v plánované odstávce dálničního tunelu Panenská na dálnici D8. Za modelovou MU byla zvolena dopravní nehoda nákladního automobilu s osobním s následným požárem.

Plán je zpracován dle směrnic Hasičského záchranného sboru ČR [3]

„DÁLNIČE D8“



DOPRAVNÍ NEHODA NÁKLADNÍHO AUTOMOBILU S OSOBNÍM AUTOMOBILEM A NÁSLEDNÝM POŽÁREM V TUNELU PANENSKÁ NA DÁLNICI D8.

Zpracoval : mjr. Bc. Jiří Bence - velitel PS Ústí nad Labem

Schválil : plk. Ing. Jaroslav Novotný - ředitel HZS Ústeckého Kraje

6.2 Cíle cvičení

1. Ověření akceschopnosti jednotek požární ochrany a součinnosti základních složek integrovaného záchranného systému (dále jen IZS).
2. Ověření opatření, která jsou určena:
 - operativními plány pro tunel Panenská na dálnici D8, pro řešení mimořádných událostí - tzn. větrání v tunelu, činnost evakuačního rozhlasu, organizaci vyvádění osob z ohrožené oblasti a činnosti vedoucí k minimalizování následků dopravní nehody,
 - požárním poplachovým plánem pro objekty tunelů (dále PPP ÚK) – akceschopnost předurčených jednotek a skutečná doba jízdy na místo zásahu,
 - poplachovým plánem IZS, ověření součinnosti základních složek IZS na všech stupních řízení.
3. Ověření komunikace mezi jednotlivými složkami IZS pomocí systému Paegas a prověření toku informací při řízení události z provozně technického objektu (PTO).
4. Ověření odborné úrovně a taktického myšlení velitelů JPO, dále ověření znalosti základních pravidel při řízení společného zásahu a úrovně vzájemné komunikace velitelů a vedoucích pracovníků jednotlivých složek IZS při likvidaci události se štábem velitele zásahu, stupeň jejich připravenosti v rámci rozhodovacích a schvalovacích procesů při přijímání opatření k řešení mimořádné události.
5. Faktické ověření dopravní situace na příjezdových trasách při uzavření tunelu Panenská na dálnici D8, chování ostatních účastníků silničního provozu v souvislosti s řešením mimořádné situace, výsledek regulace provozu pomocí dopravního značení a dopravní situace na ostatních silnicích při odklonu dopravy mimo dálnici D8.
6. Fyzické ověření funkčnosti hydrantů umístěných v tunelu Panenská na dálnici D8 a ověření možnosti použití.

7. Ověření funkčnosti spojení RDST a mobilních. telefonů z jednotlivých částí tunelu a z PTO.

6.3 Téma cvičení

Dopravní nehoda osobního a nákladního automobilu v tunelu s následným požárem nákladního automobilu a vyproštěním tří zraněných osob z osobního automobilu, vyhledávání a evakuace ohrožených osob z tunelu.

6.4 Místo provedení cvičení

Dálnice D8 – tunel Panenská.

6.5 Námět cvičení

Při běžném provozu v tunelu Panenská na dálnici D8 směrem do SRN, dojde vlivem prasklé pneumatiky k dopravní nehodě osobního automobilu, se kterým se následně střetne za ním jedoucí nákladní automobil zn. AVIA. V osobním vozidle zůstávají na místě zaklíněny tři zraněné osoby. Řidič nákladního automobilu je raněný lehce a je mimo vozidlo, neprodleně nahlašuje dopravní nehodu z SOS hlásky č. 10, umístěné 1,02 km. od jižního portálu směrem do SRN, obsluze dispečinku SSÚD v Řehlovicích, která obsluhuje řídicí systém tunelu.

Pracovník dispečinku nahlašuje vzniklou událost na Krajské operační a informační středisko HZS Ústeckého kraje / dále KOPIS / a na dispečink dálničního oddělení PČR / DO PČR /. KOPIS vyhlašuje požární poplach ve II stupni pro jednotky požární ochrany dle požárně poplachového plánu Ústeckého kraje, aktivuje další složky integrovaného záchranného systému tzn. PČR a ZZS. Obsluha dispečinku dálničního oddělení PČR uzavírá tunel z obou stran.

Z důvodu dopravní nehody zůstává po uzavření tunelu 10 vozidel před místem DN a dochází ke kongesci na dálnici od místa uzavření tunelu ve vzdálenosti cca 2 km. Tuto skutečnost nahlašuje obsluha dispečinku na KOPIS. Tunelová trouba ve směru na Ústí nad Labem zůstává vlivem uzavření po projetí vozidel prázdná. Ještě před příjezdem první jednotky na místo události dojde příčinou vadné elektroinstalace k požáru v motorové části nákladního automobilu. Tato skutečnost je nahlášena z dispečinku SSÚD na KOPIS, které informuje jednotky směřující k místu zásahu.

Policie ČR zajišťuje uzavírku dálnice D8, organizuje odklon dopravy, zabezpečuje bezpečný průjezd požárních vozidel, vozidel ZZS a dalších zasahujících složek k tunelu, dále uzavírá prostor proti vstupu nepovolaných osob do objektu tunelu.

Pro účely taktického cvičení je v námětu modelována situace umělého zakouření tunelu a řízeného odvodu kouřových zplodin z tunelu.

Na pokyn velitele zásahu jsou zřízeny :

- **velitelské stanoviště** – pro práci VZ, zástupce PČR a ZZS,
- **stanoviště ZZS** – pro poskytování lékařské pomoci,
- **týlový prostor** – stanoviště pro soustředění jednotek,
- **evakuační prostor** - prostor pro soustředění evakuovaných osob v tunelu,
- **štáb velitele zásahu** – pro práci VZ a štábu hašení v prostoru provozně technického objektu.

Je prováděn průběžný průzkum místa zásahu. O situaci je průběžně informováno KOPIS HZS Ústeckého kraje, které dokumentuje průběh zásahu jednotlivých složek IZS.

6.6 Termín cvičení

Dne 7.6.2007 v 10:00 hodin

6.7 Způsob provedení cvičení

Prakticky s využitím dostupné techniky základních složek integrovaného záchranného systému Ústeckého kraje. Pro účely taktického cvičení bude provedeno umělé zakouření místa DN v tunelu

6.8 Materiální zabezpečení cvičení

Nákladní automobil, osobní automobil, 25 figurantů, sanitní vozy, vozy PČR, technika a technické prostředky jednotek PO, dýmovnice pro umělé zadýmení tunelu.

Vodní zdroje: Vlastní CAS, nadzemní hydrant u zásahové cesty TP 5
(uprostřed délky tunelu)

Přístupové komunikace : Dálnice D8 ve směru ze SRN, dálnice D8 ve směru z Ústí nad Labem

6.9 Meteorologická situace v době cvičení

Polojasno, mírný jihovýchodní vítr - 1 m.s^{-1} , teplota $+10^{\circ}\text{C}$

6.10 Zúčastněné složky IZS

Složka	Místo dislokace	Technika	Počet cvičících
HZS Ústeckého kraje JPO I	PS Petrovice	CAS242500/400-S2Z	1+4
		Liaz VA /L1	1+0
HZS Ústeckého kraje JPO I	PS Ústí nad Labem	CAS24 2500/400-S2Z	1+4
		T 815 - asanační	1+0
		VA /L1 Š-Felicia	1+1
		PPA	1+1
		RZA Š-Felicia	1+0
JSDHO Petrovice JPO III	Petrovice	CAS32 8200/800-S3R T815	1+3
JSDHO Telnice JPO III	Telnice	CAS326000/600-S3R T148	1+3
JSDHO Chlumec JPO III	Chlumec	CAS242500/400-S2Z Liaz	1+4
ZZS LK	Ústí nad Labem	VW Transportér VW Transportér	osádky
DPČR	Řehlovice	Ford Tranzit	1+1
		VW Transportér	1+1
Dopravní podnik	Ústí nad Labem	BUS	řidič
SSÚD	Řehlovice	Š-Felicia	1

6.11 Úkoly základních složek IZS

Jednotky požární ochrany:

- průzkum místa havárie,
- informační podpora a řízení činnosti jednotlivých složek integrovaného záchranného systému,
- vyproštění a evakuace zraněných osob ze zasažené tunelové trouby (4 figuranti postižení následkem dopravní nehody, 20 figurantů v zasažené tunelové troubě),
- zřízení nástupního stanoviště pro vjezd do tunelu,
- zřízení a činnost štábu hašení velitele zásahu v objektu PTO na jižním portále
- složení štábu VZ: náčelník štábu, člen štábu pro týl, člen štábu pro spojení, člen štábu pro komunikaci s veřejností, zástupce provozovatele dálnice, zástupce PČR, zástupce ZZS
- zřízení bojového úseku / zásah v DT /, evakuačního úseku a týlového prostoru,
- zřízení a organizace průzkumných skupin,
- vlastní zásah,
- soustředění sil a prostředků, regulování nájezdu do tunelu jednotlivých jednotek při příjezdu k místu zásahu,
- zajištění dopravy evakuovaných osob z tunelu vyžádáním prostředku hromadné dopravy z dopravního podniku Ústí nad Labem,
- závěrečný průzkum, vyhodnocení taktického cvičení, komentování průběhu TC a činnosti jednotek požární ochrany, ZZS, PČR, řídicího velínu a hodnocení funkce zařízení v tunelu,
- pořízení videozáznamu z taktického cvičení,
- o rozmístění přihlížejících návštěv, pozorovatelů na jednotlivých úsecích rozhodne vedoucí jednotek IZS.

Policie ČR:

- uzavírky komunikací,
- zajištění objízdných tras místa DN,
- asistence při regulování dopravy techniky požárních jednotek

- činnost ve štábu VZ na stanovišti PTO,
- vyšetření + zadokumentování DN,
- zajištění a ve spolupráci s SSÚD zprovoznění dálnice D8.

Zdravotnická záchranná služba Ústeckého kraje:

- zřízení stanoviště zdravotnické pomoci,
- poskytování lékařské péče, vyšetření evakuovaných osob, zajištění transportu zraněných osob do zdravotnického zařízení,
- činnost ve štábu VZ na stanovišti PTO.

6.12 TABULKA DOJEZDOVÝCH ČASŮ NA MÍSTO ZÁSAHU

Jednotka JPO	vzdálenost /km/	Doba jízdy /min./ od vyhlášení poplachu po příjezd na místo události
PS Petrovice	4	5
PS Ústí nad Labem	13,0	12
JSDHO Petrovice	5,0	12
JSDHO Chlumec	8,0	14
JSDHO Telnice	7,5	17

POZNÁMKA: Dojezdové časy určeny dle skutečných dojezdů při prověřovacím cvičení, zaměřeném na stanovení reálných dojezdových časů a k prověření funkčnosti spojení RDST a mobilních telefonů v prostoru tunelu Panenská na dálnici D8.

6.13 Činnost úseků

- I. BÚ** – likvidace požáru, vyproštění osob z havarovaného vozidla, průzkum tunelu
- II. BÚ** – evakuační skupina, činnosti související s evakuací osob
- III. BÚ** – týlový prostor, činnosti v týlu

6.14 Tabulka činnosti

Časový plán činnosti zúčastněných složek v průběhu cvičení, doplněný o předpokládanou činnost řídicího dispečinku SSÚD, vychází ze základních úkolů uvedených v bodě 7.11 a je uveden v příloze číslo II této diplomové práce.

6.15 Teoretický výpočet SaP

Výpočet je pouze orientační, protože použití lineárního modelu šíření je velmi problematické - viz úvod (Charakteristika požáru v tunelu).

Orientační výpočet SaP dle Metodického návodu k vypracování dokumentace zdolávání požárů

Výpočet parametrů požáru

Doba volného rozvoje požáru

POZNÁMKA:

V případě, že není spuštěna ventilace, požár se bude šířit oběma směry. Je možné, že se v krátké přechodné fázi požáru bude šířit ve smyslu „pístového efektu“, který byl vyvolán předchozím směrem jízdy vozidel v tunelových troubách. Reakce EPS je minimálně 1 min. V našem případě došlo k požáru automobilu po ohlášení DN ihned po zjištění, proto byla ventilace zapnuta již před vznikem požáru, tzn. požár se šířil pouze ve směru, kde nemohlo dojít k rozšíření na ostatní vozidla.

$$t_{VR} = t_{ZP} + t_{OH} + t_{DO}^{pr} + t_{BR}^{pr} + t_N \text{ (min)}$$

t_{VR} – doba volného rozvoje požáru

t_{ZP} – doba zpozorování požáru = 1 min

t_{OH} – doba ohlášení požáru = 1 min

t_{DO}^{pr} – doba dostavení se první jednotky = 6 min

t_{BR}^{pr} – doba boj. rozvinutí první jednotky = 7 min,

t_H – doba než začne působit hasivo = 5 min,

– přestože při taktickém cvičení došlo k modelovanému požáru u propojky, ve výpočtu je počítáno a variantou horší, tzn. bylo uvažováno, že k požáru došlo mezi propojkami

$$t_{VR} = 1 + 1 + 6 + 7 + 5 = \underline{20 \text{ min}}$$

Doba do lokalizace požáru je 20 min.

Plocha požáru (S_p)

t_1 – doba rozhořívání 0 ÷ 10 min; lineární rychlost je poloviční,

t_2 – doba volného rozvoje požáru (do nasazení prvních proudů); lineární rychlost šíření požáru má plnou hodnotu; $t_2 = t_{VR} - t_1 = 20 - 10 = 10 \text{ min.}$,

v_1 – lineární rychlost šíření požáru (pro tento případ dle metodiky k vypracování DZP z tab. č.1; tř. č.7 je lineární rychlost 0,7 m/min).

Výpočet rádiusu šíření požáru

$$\begin{aligned} R &= 5 \cdot v_1 + v_1 \cdot t_2 \\ &= 5 \cdot 0,7 + 0,7 \cdot 10 = \underline{10,5 \text{ m}} \end{aligned}$$

Výpočet plochy požáru a plochy hašení

V tomto případě použijeme výpočet pro pravoúhlou formu šíření požáru z důvodu umístění předpokládaného ohniska v motorové části, kdy je šíření omezeno nehořlavými materiály a je možné pouze ve směru do kabiny vozidla a dále do prostoru nástavby, což je výpočtovém vztahu korigováno jedním směrem šíření.

Plocha požáru

$$S_p = n \cdot R \cdot a \quad /m^2/$$

$$S_p = 1 \cdot 10,5 \cdot 2,2$$

$$S_p = 23,1 \text{ m}^2$$

Teoreticky vypočtená plocha požáru je 23,1 m². Pro účel TC není definován o jaký typ vozidla AVIE se jedná, proto počítáme s požárem kabiny včetně nástavby což je cca 10 m². S rozšířením požáru na ostatní vozidla v tunelu nebylo pro účely cvičení uvažováno.

Plocha hašení

Plocha hašení je úměrná půdorysné ploše nákladního automobilu.

$$S_h = 10 \text{ m}^2$$

Výpočet potřebné dodávky hasební látky na hašení

$$Q_p^h = S_h \cdot I_p \quad (\text{l/min}) \quad I_p - \text{požadovaná intenzita dodávky hasiva}$$

- z tab. č.1; tř. č.7 je $I_p = 11,1 \text{ l/min}$

(Z důvodu potřeby rychlého uhašení a ochlazení vozidla

VZ nechává aplikovat pyrocool, proto uvažujeme $I_p = 5 \text{ l/min}$)

$$Q_p^h = 10 \cdot 5 = 50 \text{ l/min}$$

Stanovení počtu proudů

$$\text{počet } N_{pr}^h = Q_p^h / q_{pr} \quad (\text{ks}) \quad q_{pr} - \text{průtok proudnice C 52}$$

- 200 l/min

$$N_{pr}^h = 50 / 200 = 0,4 = 1 \text{ ks}$$

Dle výpočtu je potřebný počet proudů stanoven na 1 ks s průtokem 200 l .min⁻¹ / ks.

Pro hasební práce, použijeme 1 ks proudnice C 52 a 1 ks vysokotlaké proudnice.

Určení potřebného počtu sil a požárních automobilů k hašení

Množství požárních automobilů se řídí dle taktických možností družstva hasičů.

V případě, že u jednotek SDHO uvažujeme minimální počty hasičů, tedy jeden vůz obsahuje zmenšené požární družstvo, které může obsluhovat jeden proud „C“, pak platí:

$$N_A = N_{pr}^h / n_{pr} \quad (\text{ks}) \quad n_{pr} - \text{počet proudnic, které může obsluhovat jedno družstvo (1 ks)}$$

$$N_A = 1/1 = 1 \text{ pož. automobil}$$

- z hlediska potřebné dodávky hasební látky

$$N_A = N_{pr}^h \cdot q_{pr} / 0,75 \cdot Q_C \quad (ks) \quad Q_C - \text{výkon čerpadla požárního automobilu (l/min)}$$
$$= 1.200 / 0,75 \cdot 2.400 = 0,11 = \underline{1 \text{ pož. Automobil}}$$

Určení potřebného množství hasičů

$$N_{Ha} = 1,25 \cdot \sum_{i=1}^n \cdot k_i \cdot N_{při} \quad (ks) \quad N_{při} - \text{počet proudů určitého typu}$$

k_i - počet hasičů obsluhujících proudnici určit. typu

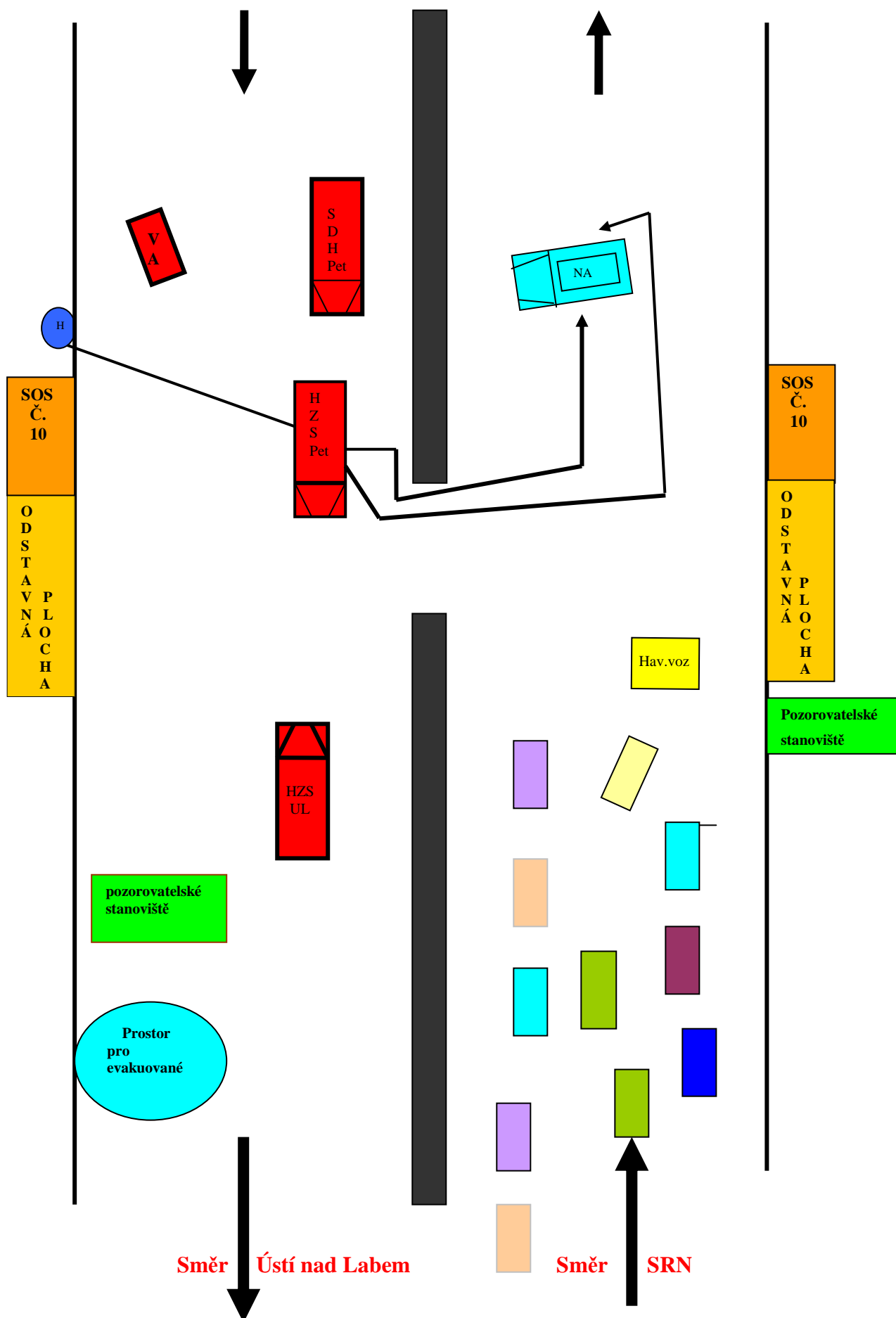
n - počet typů proudnic

1,25- koeficient určující 25% zálohu pro nutné práce

$$N_{Ha} = 1,25 \cdot 2 \cdot 2 = \underline{5 \text{ hasičů}}$$

Celkový počet hasičů je doplněn o osm strojníků, velitele družstev, hasiče pro vyprošťování, evakuaci, zálohu a členů štábu. Celkem bylo na místě přibližně 30 zasahujících hasičů.

Schéma umístění techniky a jednotek na místě události



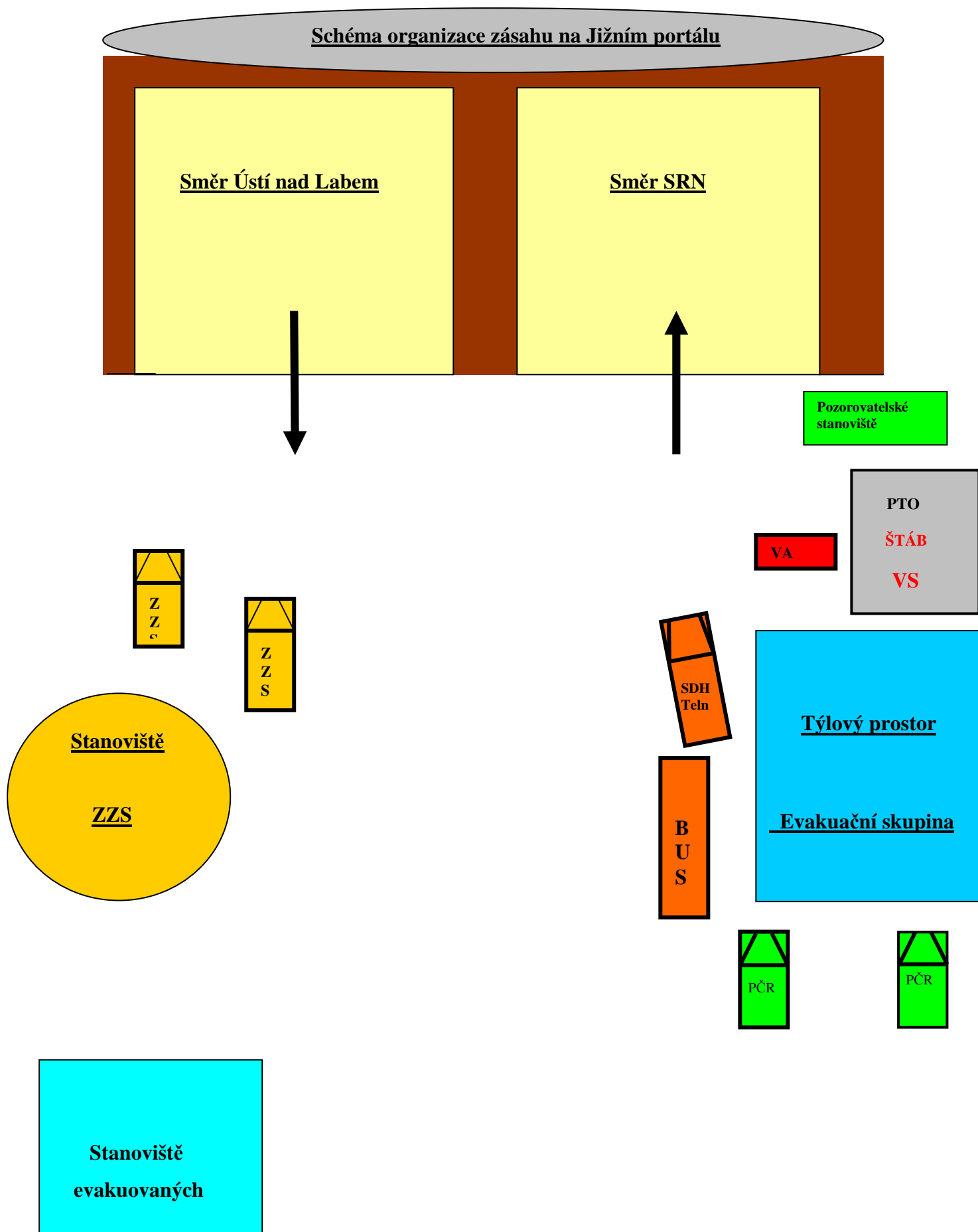
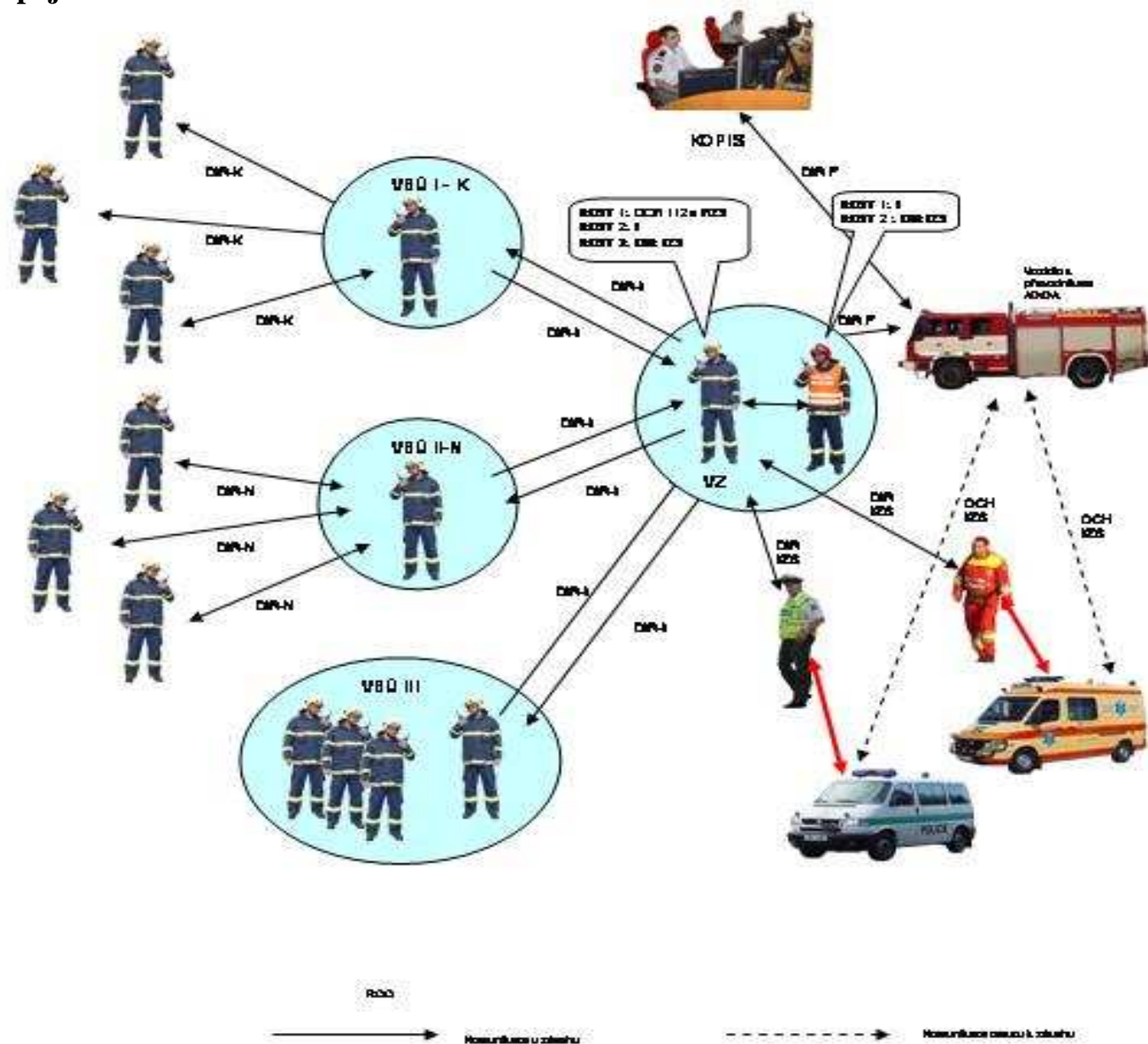


Schéma plánu spojení na místě zásahu

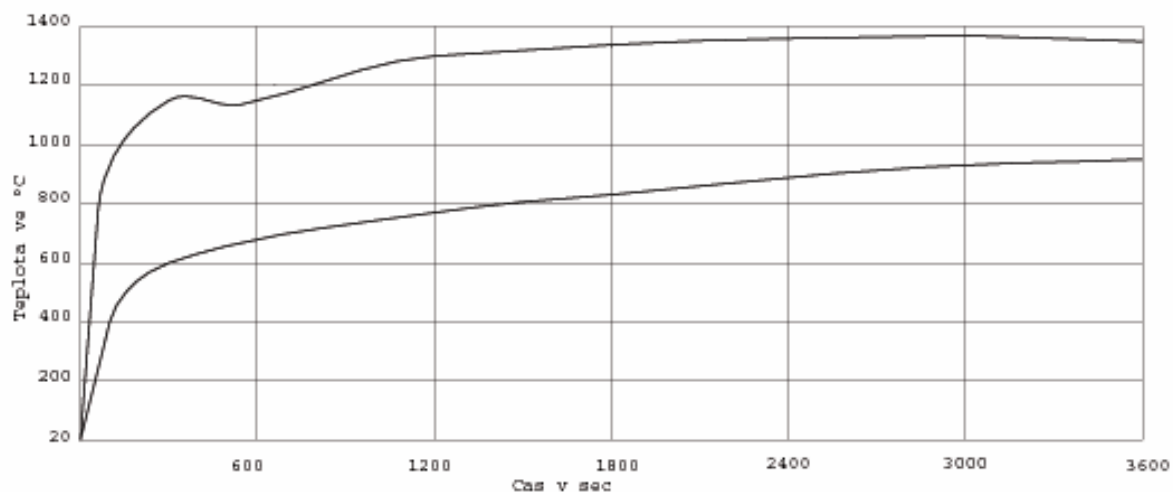


7 MODELÝ POŽÁRU MOTOROVÝCH VOZIDEL V SILNIČNÍCH TUNELECH

7.1 Teplotní křivka

Požáry motorových vozidel se vyznačují mimo jiné rychlým až velmi rychlým rozvojem požáru, vysokými hodnotami hustoty tepelného toku, tepelného výkonu, vysokými teplotami a velkým objemem zplodin hoření a toxicitou těchto zplodin. Pro specifičnost podmínek požáru nelze použít teplotní normovou křivku. Vhodnější je použití uhlovodíkové teplotní křivky nebo teplotní křivky RWA. V souvislosti s provedením rozsáhlého experimentu v norském Runehameru byla definována teplotní křivka pro požár v Runehamerském tunelu.

Srovnání teplotní normové křivky a teplotní křivky charakterizující požáry v tunelech v rámci experimentů v Norském Runehameru uvádí graf [18]:



Tabulka 2: Hodnoty tepelného výkonu a celkové množství tepla, které se požárem uvolní při normovém požáru[13]:

Charakteristika	Tepelný výkon v MW	Množství tepla v GJ
<i>Osobní vozidlo malé</i>	2	1,5
<i>Osobní vozidlo vyšší střední třídy</i>	5	3
<i>2 osobní vozy</i>	5–10	6–10
<i>Dodávka</i>	15	7
<i>Autobus</i>	30	41
<i>Tahač s návěsem</i>	13–202	10–244
<i>Tahač s cisternou</i>	100–300	150–1500

7.2 Dopravní řešení

Na rozvoj a parametry požáru má vliv několik faktorů. Hlavními z nich jsou:

- druh a dispozice hořlavých látek v prostoru a jejich fyzikální a chemické vlastnosti,
- geometrie prostoru a materiál ostění a jeho fyzikální vlastnosti,
- ventilace prostoru tunelu.

V prostoru tunelu je přítomna řada hořlavých látek na bázi plastů, paliva a provozní náplně a dále hořlavé materiály tvořící náklad nákladních vozidel. Pro definování hypotetického požáru v tunelu lze orientačně vycházet z předpokládané intenzity a složení dopravy pro Panenskou v prognóze pro rok 2015 (tab.3).

Tabulka 3: Výhled intenzity dopravy v popsáných úsecích [vozidla/den] pro rok 2015[4].

ÚSEKY		INTENZITA [vozidel/den]
OD	DO	
Lovosice	Trmice	13 000
Trmice	Lovosice	13 000

Lze předpokládat rovnoměrné rozložení podílu nákladních automobilů v dopravním proudu. Předpokládaný počet nákladních automobilů pro rok 2015, které projedou tunely za jeden den je 4200. Podíl nákladních automobilů v roce 2015 odpovídá 32%. Odhadovaný podíl nákladních vozidel přepravujících nebezpečné zboží je 6% z celkového počtu nákladních vozidel. To odpovídá počtu cca 260 vozidel za den. Odhadovaný podíl autobusů je 4% z celkového počtu nákladních vozidel. To odpovídá počtu cca 170 autobusů za den.

Z uvedeného vyplývá, že pro definování podmínek při požáru v tunelu je vhodné uvažovat normový požár o $HRR = 50 \text{ MW}$, tj. požár nákladního automobilu s nákladem tvořený pevnými hořlavými látkami s požárním zatížením $p = 230 - 250 \text{ kg.m}^{-2}$. Po uplynutí indukční periody přechází požár do fáze rozvoje požáru. Plamenné hoření se šíří po povrchu hořlavých látek, které nejsou ještě dostatečně prohřáty. Rozložení teplot je nerovnoměrné. Přestup tepla je realizován zejména radiací, ale v závislosti na místě vzniku požáru se uplatňuje i konvekce. V inflexním bodě křivky rozvoje dochází k poklesu rychlosti nárůstu tepelného toku, tato hodnota dosáhla svého maxima. V prostoru se tato skutečnost odrazí celkovým vzplanutím hořlavých materiálů v prostoru. Pro další průběh křivky platí $Q=f[T(t)]$. V prostoru tunelu vymezeného stavebními konstrukcemi je pravděpodobnost prostorového vzplanutí vysoká. Pro další šíření požáru je důležitý fakt, že ve specifickém prostoru tunelu rychlost šíření požáru není lineární. Model lineárního šíření požáru bude pravděpodobně vykazovat odchylné výsledky od pozorování při skutečných požárech v tunelech na silničních komunikacích i při prováděných experimentech. Pro prognózu šíření požáru je třeba uvažovat pravděpodobné rozložení paliva, jinými slovy je důležitá skladba a rozmístění vozidel v zastaveném tunelovém proudu ve vzdálenosti, ve které mohou sdílené teplo mezi vozidlem zasaženým požárem a jeho okolím dosahuje kritických hodnot. Dalším důležitým faktorem je čas a to ve smyslu podílu špičkové intenzity provozu na celkové denní intenzitě a ve smyslu doby volného rozvoje požáru.

Pro tunel Panenská byla zpracována prognóza pro rok 2015, která uvádí špičkovou dopravní zátěž pro 15% denní doby s podílem hodinové intenzity dopravy na celkové intenzitě 8 %. Z prognózy pro tunel Panenská lze vycházet i pro odhad intenzity dopravy v tunelech Prackovice a Radječín. Hodinovou intenzitu pro špičkovou dopravní zátěž s celkovým počtem vozidel a počtem jednotlivých druhů vozidel uvádí tabulka 4.

Tabulka 4: Průměrná hodinová intenzita špičkového provozu pro rok 2015[4]

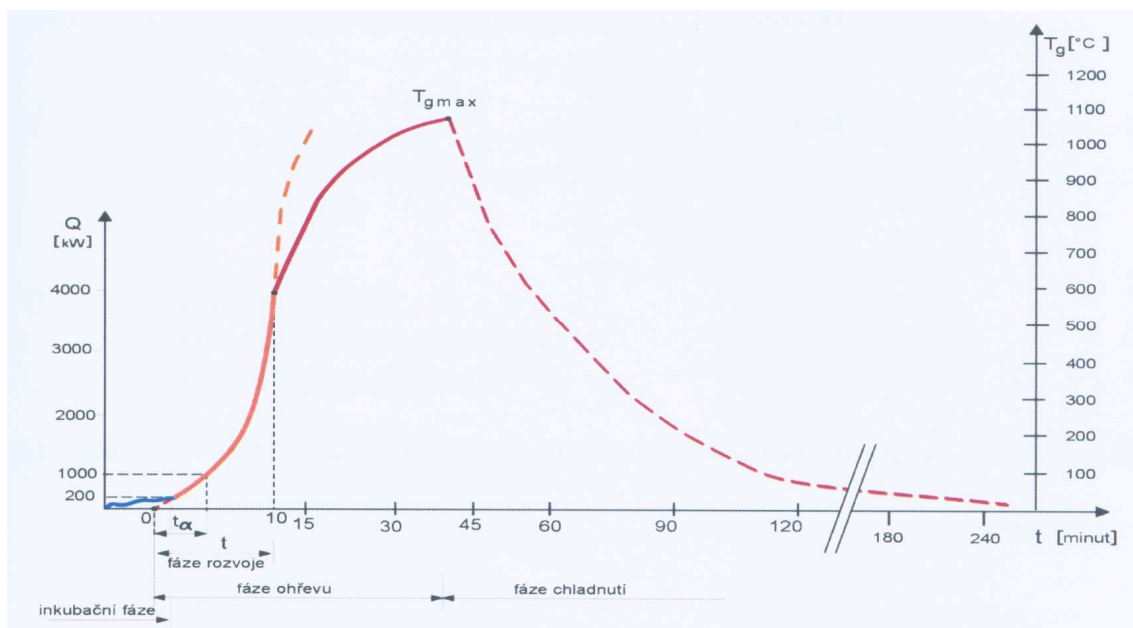
	Směr Lovosice - Trmice	Směr Trmice - Lovosice
Všechna vozidla.h⁻¹	1000	1000
Osobní vozidla.h⁻¹	680	680
Nákladní vozidla.h⁻¹	280	280
Vozidla pro přepravu nebezpečného zboží.h⁻¹	17	17
Autobusy . h⁻¹	11	11

Z uvedené tabulky vyplývá, že v době špičkového intenzity dopravy může dojít k zaplnění celé délky tunelů Prackovice – Radječín. Na základě prognózy složení dopravního proudu a níže uvedených rozměrů vozidel lze předpokládat při pravděpodobné vzdálenosti mezi vozidly 2 m přítomnost 170 osobních vozidel, 63 nákladních vozidel bez NL, 4 vozidel s NL a 3 autobusů. K zaplnění obou tunelů v jednom směru může dojít nejdéle během 15 minut.

Uvažované rozměry vozidel jsou:

- osobní automobil 4 x 1,7 m
- nákladní automobil 5,5 x 2,0 m
- nákladní automobil 9 x 2,5 m
- nákladní automobil 16 x 2,5 m
- autobus 12 x 2,5 m

Při předpokládaném složení dopravního proudu je pravděpodobné, pokud hodnoty tepla, které sdílí požár se svým okolím přesáhnou kritické hodnoty a současně nebude do kritické doby (t) proveden zásah jednotek PO rozšíří se požár na další vozidla.

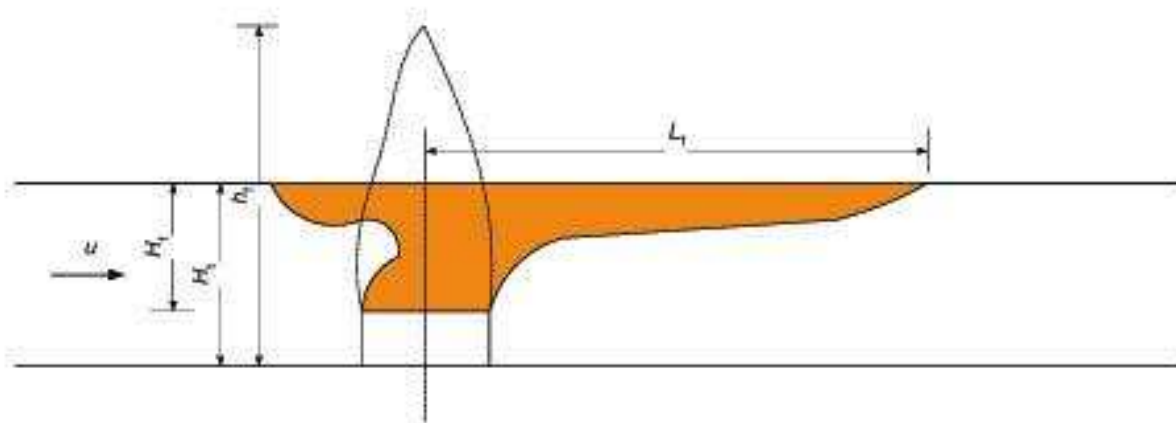


Obrázek 8: Křivka rozvoje nekontrolovaného požáru[13]

Křivka rozvoje požáru (obr. č.8) nákladního automobilu převážejícího tuhé hořlavé látky se může dostat do inflexního bodu v intervalu 7 – 8 minut. Předpokládá se hodnota růstové konstanty $t_{\alpha} = 94 \text{ s.MW}^{-0,5}$, požární zatížení $p = 230 \text{ kg.m}^{-2}$. Požár na své okolí působí intenzivní tepelnou radiací, další teplo přestupuje do objektů v okolí z vrstvy horkých zplodin pod stropem tunelu. Plameny dosahují ke stropu a šíří se pod ním.

Hustota tepelného toku je taková, že je velmi pravděpodobný přenos požáru na další vozidlo. Z toho vyplývá, že teplota plastických materiálů dosáhne teploty vzplanutí ještě před příjezdem jednotek PO a požár se rozšíří na další vozidla v okolí primárního požáru.

Pro stanovení tepelný výkon lze předpokládat celkové vzplanutí před příjezdem jednotek PO ve vzdálenosti cca 7 m do místa primárního požáru, viz obrázek 9.



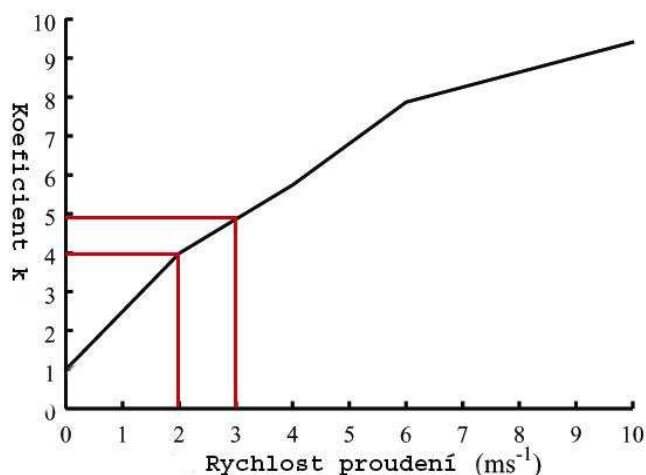
Obrázek 9: Korekce určení střední délky plamenů pod stropem tunelu[14]

Pokles hustoty tepelného toku se vzdáleností

Hustota tepelného toku od plamene se vzdáleností klesá a zplodiny hoření se ochlazují. Pro plánování hasebních prací je třeba stanovit vzdálenost, na kterou se hasiči mohou přiblížit k požáru vzhledem k vysoké hustotě tepelného toku. Jako přijatelná hodnota hustoty tepelného toku je někdy uváděna hodnota 18 kW.m^{-2} [7]. Tato hodnota je však vzhledem k vývoji materiálů pro osobní ochranné prostředky překonána. Zásahové oděvy jsou v souladu s EN 469 zkoušeny hodnotou hustoty tepelné radiace 40 kW.m^{-2} . Tato hodnota je však označována za havarijní. V testech S-A-132, FPP, Oklahoma University je uváděna mezní hodnota pro práci plně vystrojeného hasiče 25 kW.m^{-2} . Pro tuto hodnotu vychází orientačně „odstupová“ vzdálenost v intervalu 10 -15 m..

Faktory mající vliv na zvýšení tepelného výkonu

Současně se uplatňuje princip vzájemného sálání mezi energetickým zdrojem a konstrukcemi a princip odrazu tepla. Ve svém důsledku to znamená zvýšení tepelného výkonu. Při zohlednění vlivu proudění vzdušiny lze z používaných grafů odvodit další nárůst tepelného výkonu (obr.10) Současně se zvyšuje i rychlost šíření požáru.



Obrázek 10: Nárůst tepelného výkonu

7.3 Kritická rychlost proudění

Je pravděpodobné, že při dodržení rychlosti proudění vzdušniny v tunelu 3 m.s^{-1} nedojde k zpětnému nasávání zplodin. Charakteristická hodnota kritické rychlosti nebyla pro tunel Panenská stanovena a není proto vyloučeno, že místy bude ke zpětnému nasávání docházet, např. při silném protivětru na portálech nebo při momentálním nárůstu objemu zplodin, příp. poklesu teplot.

7.4 Zplodiny hoření

Nebezpečná koncentrace plyných zplodin hoření je při uvažovaném požáru s tepelným výkonem 50 MW dosaženo ještě ve fázi rozvoje požáru. Vzhledem k chemickému složení uvažovaného paliva jsou v největší míře zastoupeny CO a HCN, které patří mezi tzv. asfyxanty a HCl, který patří mezi dráždivé látky. CO má vyšší afinitu k hemoglobinu než O_2 a blokuje tak přenos kyslíku červenými krvinkami. HCN blokuje dýchání buňek. Koncentrace uvedených plynů prudce vzrůstá v době 5 – 7 minut od iniciace požáru. Při vyšších tepelných výkonech požáru koncentrace zmíněných plynů dosáhnou do 10 minut hodnot, kdy představují pro lidský organismus smrtelnou dávku. Při prováděných testech v zahraničí byla koncentrace, kdy osoby ztrácí vědomí, tj. 1400 ppm pro CO a 90 ppm pro HCN, dosažena ve zmíněných 10 minutách ve vzdálenosti 400 m od pásma hoření.

8 VYHODNOCENÍ CVIČENÍ

Taktické cvičení složek IZS odhalilo řadu chyb a nedostatků. Na jejich základě bylo provedeno vyhodnocení, které na ně poukazuje. Velitel zásahu a členové štábu si neurčili druh a povahu mimořádné události. Dále pak nebyl na místě rozvinut systém velení a spojení. Tyto dvě podmínky jsou nutnými podmínkami pro vedení zásahu daného typu.

Velkým a zásadním problémem byla otázka kvality spojení, která do značné míry bezesporu negativně ovlivnila průběh celého cvičení.

Současně je však třeba připomenout, že na místě nebyly přítomny charakteristické projevy a účinky požáru a zasahující by pravděpodobně v případě skutečné mimořádné události postupovali dle zažitých návyků, tj. efektivněji.

8.1 Rádiové spojení

Komunikace na místě MÚ

Spojení na přímých (DIR) kanálech Pegas se dle očekávání ukázalo jako problematické. Bez větších obtíží na nich lze komunikovat, pokud se příslušné terminály nacházejí ve stejném tubusu. Komunikace mezi tubusy byla možná jen s velkými obtížemi, s PTO (stanovištěm štábu VZ) pak prakticky nemožná. Z toho důvodu byl radioprovoz na místě zásahu veden i na MOCH170 – zejména pro spojení VZ a BÚ. Toto řešení by bylo problematické při souběhu více událostí (vysoká hustota provozu na tomto kanálu), navíc MOCH170 z principu není určen pro komunikace na místě zásahu.

Srozumitelnost relací uvnitř tunelu byla velmi omezena hlukem prostředí (ventilátory, vozidla...).

Komunikace mezi jednotkami SDHO a KOPIS

Jednotky SDHO se hlásily při příjezdu na místo události na KOPIS na kmitočtu F. Odpověď nebyla zaznamenána, KOPIS tato hlášení pravděpodobně vůbec nezachytilo. Daná lokalita je mimo přímý rádiový dosah a pro spojení s KOPIS je v budoucnu nutno používat převaděč (kóta Děčínský Sněžník, kmit. pár R9). Že by se jednotky SDHO hlásily VZ (štábu) na zásahovém kmitočtu (přímo nebo přes převodník) nebylo rovněž zaznamenáno.

JSDH se dostavily s malým počtem přenosných radiostanic (RDST). V relacích zaznělo, že jednotka SDHO Chlumeck přijela s 1 ks a jednotka SDHO Telnice bez přenosné RDST. Tím nastal problém s nasazením jejich členů vzhledem k nemožnosti spojení s nimi. Nebylo možné je nasadit a jednotka se jeví jako neakceschopná. Muselo se řešit náhradním způsobem.

Pro komunikaci s jednotkami SDHO byl zapnut převodník mezi kanály K a MOCH170. Nebylo však zaznamenáno, že by zapnutí převodníku bylo nějak oznámeno.

Komunikace mezi štábem VZ a KOPIS

Člen štábu pro spojení se v relacích na KOPIS hlásil volací značkou „SPOJAŘ PANENSKÁ“ a KOPIS mu potvrzovalo na volací značku „PUL 560“. Správná volací značka „ŠTÁB“ nezazněla ani jednou. Členové štábu mezi sebou komunikovali prakticky na všech kanálech, použitých na místě události, což místy vedlo k potížím s navázáním spojení. Jednotný kanál pro členy štábu (DIR16, DIR17) nebyl využit.

V době zřízení štábu VZ proběhla úspěšná zkouška spojení mezi PČR, ZZS a HZS na MOCH112. V dalším průběhu cvičení však docházelo k nejasnostem, zda je pro vzájemnou komunikaci použit MOCH112, nebo DIR25 (DIR IZS). Velitelé a vedoucí složek IZS tak byli poblíž VZ a komunikovali s ním ústně.

Operativní opatření vyplývající z nedostatků ve spojení

Po telefonické domluvě s pracovníky odboru informačních a komunikačních technologií (dále OIKT) PČR Ústí nad Labem byl otevřen MOCH245, který by na místě zásahu mohl nahradit MOCH170, určený pro komunikaci s KOPIS. Provozní řešení sítě Pegas však s takovým řešením nepočítá a organizace 5 a 6 (HZS) do tohoto kanálu nemají přístup. Operátor sítě po domluvě přístup operativně přidělil, není to však standardní řešení. Celá operace (telefonát, přidělení přístupu, otevření kanálu) proběhla v čase cca jedné minuty.

Doporučení k zlepšení zjištěných nedostatků

- spojení mezi tubusy tunelu, případně mezi tubusem a PTO, je spolehlivé pouze na kanálech MOCH. Provozní řešení sítě Pegas by mělo být upraveno tak, aby do kanálu MOCH245 měly přístup i organizace 5 a 6 (HZS).
- pro zlepšení srozumitelnosti v prostředí se zvýšeným hlukem použít pro radiostanice náhlavní soupravy.
- vybavit JSDH dostatečným počtem přenosných radiostanicemi.
- zlepšit informovanost uživatelů o možnostech a způsobech použití běžně nevyužívaných kanálů systému Pegas (DIR 16, 17 a 25, MOCH245).

8.2 Zjištěné poznatky z taktického cvičení

Klady

- OPIS velmi dobrým způsobem provedlo činnosti při příjmu tísňového volání, vyslání SaP HZS a následném předávání informací,
- velmi dobrá spolupráce mezi složkami IZS a SSÚD na místě zásahu,
- poskytnutí posttraumatické a předlékařské péče za strany HZS na velmi dobré úrovni,
- dobrá práce týlu při štábu VZ,
- zjištění nedostatků, vedoucích ke zdárnému řešení případného požáru v tunelu
- určení místa pro přistání vrtulníku pro případ potřeby na základě fyzické zkoušky přistání vrtulníku MV

Nedostatky

a) Při taktické činnosti JPO

- VZ nedostatečně stanovil úkoly ve štábu VZ, zejména složkám IZS,
- nevhodné rozmístění a ustavení vozidel HZS na místě zásahu, vozidla byla ustavena u tunelové propojky po obou stranách tunelu, což následně ztěžovalo plynulý průjezd tunelem ostatním zasahujícím jednotkám a složkám IZS
- při příjezdu na místo nebyl dostatečně zorganizován průzkum místa události,

- činnost příslušníků se soustředila pouze na vlastní místo zásahu, průzkum ostatních částí tunelu a případná záchrana ostatních osob uvězněných z důvodu zakouření ve vozidlech byla provedena se značným zpožděním (viz. dále)
- během prvních 30 minut nebyl proveden průzkum přítomnosti ostatních osob v koloně vozidel uvězněných v tunelu,
- VZ při rozhodovacím procesu nedostatečně rozdělil SaP na provádění záchranných a likvidačních prací,
- nedostatečné a nesprávné zabezpečení havarovaného vozidla před prováděním vyprošťování osob,
- zasahující jednotka SDHO Petrovice používala volací znak PUL 741 místo 742, spojení přes převaděč Milešovka,
- VZ neohlásil příjezd jednotky SDHO Chlumec a Petrovice, to neučinili ani zmiňované jednotky,
- zasahující jednotka SDHO Telnice používala techniku, která byla evidována mimo provoz.
- nemožnost komunikace mezi VZ a jeho štábem se zasahujícími příslušníky jednotek PO a složek IZS pomocí kapesních RDST z místa zásahu, komunikace probíhá standardním způsobem pouze na úrovni základnových radiostanic, v tunelu bylo nutné v mnoha případech (spojení se štábem VZ) použít mobilních telefonů,
- nepřicházely kódy typických činností a vzhledem k silnému radioprovozu neměl KOPIS dostatečný přehled o pohybu a činnosti zasahujících jednotek,

b) Ostatní nedostatky z pohledu JPO

- požární větrání tunelu přetlakovými ventilátory bylo funkční, projevilo se však nevhodné nastavení algoritmu řízení, což mělo za následek selhání procesu odvětrání tunelové trouby,
- nesrozumitelnost evakuačního rozhlasu v místech s okolním hlukem,
- při zásahu, kdy je použito hasivo z vozidel HZS se musí hadicové vedení vést skrze únikovou cestu v propojce, což má za následek šíření kouře do nezasažené tunelové trouby,
- není žádným způsobem vyřešena evakuace (vyvedení) osob v případě silného zakouření tunelové trouby, HZS je pro tyto účely nedostatečně vybaven evakuačními dýchacími přístroji a vůbec není vybaven evakuačními maskami (Dräger, PARAT C),

- v době cvičení nebyla vyřešena otázka klíčového trezoru – nutnost přítomnosti pracovníka SSÚD,

c) Při činnosti složek IZS

Nedostatky a požadavky zaznamenané dalšími složkami IZS v průběhu cvičení:

- nedostatky ve spojení zasahujících jednotek spočívající v nemožnosti reálné komunikace jednotlivých složek IZS na společném kanále (IZS kanál 112 bez odezvy - viz nedostatky ve spojení),
- chybné odvětrávání manuálním spuštěním, napraveno dodatečně, ale v reálném zásahu by tato závada způsobila nedozírné následky. Zde se projevilo nedostatečné vycvičení obsluhy velínu,
- po sporných vstupech zůstaly nedovřené hlásky SOS, signalizující následně trvale vstup osob (s blokací kamer) ač k dalšímu vstupu ve skutečnosti nedošlo. Tato závada způsobuje zmatek na velínu řízení dopravy PČR,
 - je nutné upravit samouzavírací zařízení těchto hlásek, aby k podobným stavům nedocházelo
- omezená funkčnost velínu PČR spočívající v odblokování možnosti aktivního řízení operátorem PČR,
- při zásahu bylo v místě události velmi prašné prostředí , bylo by vhodné zajistit pro výjezdovou službu PČR ochranné brýle,
- CDI serverový provoz má dlouhou odezvu - cca 10 min. Značně to zatěžuje dozorčí službu dálničního oddělení PČR,
- při aktivaci odklonové rasy je třeba zajistit do pohotovosti odtahové vozidlo pro nákladní vozidla,
- technické radě ŘSD je třeba navrhnout doplnění stabilního sklopného dopravního značení před tunely. Jedná se o světelnou signalizaci. Dále je vhodné zpracovat pevné sklopné dopravní značení pro odklon dopravy z D8. Mobilní značení je nepružné co do času instalace a zaznamenané konfliktní situace nasvědčují tomu, že není dostatečně viditelné v noční době. Po dohodě s okresním ředitelstvím PČR je vhodné na Krajský úřad Ústeckého kraje navrhnout pevné sklopné dopravní značení na objízdných trasách,

- portálová světla oranžové barvy jsou navržena jako výstražná , avšak jejich svítivost je velmi nízká a viditelnost do dálky neodpovídá potřebám dálničního provozu,
- potvrdila se nutnost priority ovládání kamerového systému , kdy do řízení dopravy zasahoval další subjekt,
- je nutné ověřit samouzavírací mechanismy v SOS hláskách - signalizováno opakované otevření dveří,
- zajistit náhradní odklonové trasy dálkového charakteru. Nastavit podmínky součinnosti na úrovni krajů a s orgány německé policie (nejen dálniční oddělení) odklon minimálně na dvou mimoúrovňových křižovatkách,
- projednat s obecními úřady a dalšími orgány systém vyrozumívání a zásady informovanosti veřejnosti o mimořádných situacích v dálničních tunelech. Tento typ komunikace v praxi spotřeboval cenný pracovní čas zasahujících složek IZS, především velínu dálničního oddělení PČR

8.3 Závěr hodnocení taktického cvičení

Závěrem lze konstatovat, že TC splnilo svůj účel a seznámilo příslušníky jednotek PO a ostatních složek IZS s možnými nebezpečími při zásahu tunelu Panenská na dálnici D8. Takto zorganizované cvičení však nemohlo nastítnit reálnou situaci při jízdě na místo zásahu za plného provozu s následným uzavřením části dálnice (možné kolony aut, zablokování příjezdové cesty, reálné chování přímých a nepřímých účastníků nehody - zejména v případě požáru).

V rámci provádění cvičení byly zaznamenány i nedostatky, především v přetlakovém větrání tunelu, špatnou funkčností spojení pomocí RDST mezi složkami IZS a samotnými zasahujícími jednotkami PO a dále v taktice provádění zásahu jednotkami PO. Celá problematika je rozpracována v metodických návodech uvedených níže. Dále je zřejmé, že je třeba proškolit všechny příslušníky HZS Ústeckého kraje, členy jednotek SDHO. Podobné školení je nutné provést i pro ostatní složky IZS, jejichž účast při zásahu v tunelu je zřejmá.

9 APLIKACE OBECNÝCH ZÁSAD PRO ZÁSAH PŘI POŽÁRU V DÁLNIČNÍM TUNELU NA TUNELU PANENSKÁ

Na základě poznatků z experimentálních zkoušek a zjištěných poznatků z provedeného taktického cvičení složek IZS v tunelu Panenská, byl sestaven doporučený návod určený jednotkám požární ochrany pro likvidaci případného požáru v tunelové troubě v tunelu Panenská na dálnici D8.

Metodický návod pro jednotky požární ochrany pro požár v tunelové troubě

1. KOPIS musí vytěžit a následně předat jednotkám PO následující informace:

- **rozsah** požáru – počet zasažených vozidel, v které tunelové troubě -**směr, staničení** (podle propojek),
- jestli je požár až následný důsledek dopravní nehody,
- jaká opatření byla provedena: - spuštění ventilátorů = rychlost a směr proudění vzduchu v tunelu, provedená opatření v dopravě (uzavření tunelových trub, odklon dopravy na MÚK),
- dopravní situace v tunelu **za místem a především před místem události** ve směru jízdy se zřetelem na počet dopravních prostředků, které zůstaly uvězněny v tunelu,
- šíření kouře v tunelu, koncentrace CO v prostorách tunelových trub (kritická hodnota 300 ppm), sledování opacity (kritická hodnota 0,2),
- průběh samoevakuace osob, pohyb osob v obou tunelových troubách,
- průběžně informovat JPO o situaci na příjezdových trasách a pohybu vozidel v tunelových troubách,
- počet JPO a složky IZS, které byly povolány na místo zásahu.

2. Systémová opatření

- v případě požáru musí být **uzavřeny obě tunelové trouby** pro veškerou dopravu, odklon dopravy se provádí na MÚK Petrovice a Severní Terasa,
- příjezd k místu události provést dle pokynů z KOPIS na základě aktuální dopravní situace, jízda v protisměru je možná pouze se zvýšenou opatrností a to pouze

v případě, že dispečink DO PČR potvrdí uzavření daného úseku pro dopravu a že se v něm nepohybují žádná vozidla,

- dispečer SSÚD v případě požáru vždy vyzve osoby ve vozidlech, které jsou „uvězněny“ v tunelové troubě k opuštění vozidla a k evakuaci do druhé tunelové trouby pomocí propojek,
- **vždy je automaticky spuštěna ventilace ve směru jízdy a přetlaková ventilace v propojkách,**
- **velitelem zásahu je vždy po příjezdu na místo velitel čety nebo jeho zástupce z PS Ústí nad Labem,** který při rozhodování využívá informace od KOPIS, zasahujících JPO a zároveň výstupů z videokamer (situace na místě, situace před a za místem události, pohyb osob v tunelu) a technologií (směr a rychlost proudění, koncentrace CO, ventilace) tunelu z příslušného PTO,
- **VZ musí v průběhu zásahu předávat bez zbytečného prodlení veškeré informace na KOPIS,**
- obecně se požární technika po vjezdu do tunelu soustřeďuje v levém jízdním pruhu běžného směru jízdy v dané tunelové troubě,
- **elektrický proud vypíná pouze dispečer SSÚD** na pokyn velitele zásahu, tunel je rozdělen na vypínatelné úseky (dle grafické přílohy), nejsou-li požárem zasaženy kabelové kanály nebo elektrické vedení u stropu tunelu, není účelné elektrický proud vypínat,
- u každé propojky v tunelových troubách a na všech portálech jsou umístěny hydranty, na jižním portále tunelu Panenská je zřízeno čerpací místo (ostatní hydranty dle grafické přílohy),
- obecně je zásah rozdělen na sektory sever a jih, dělícím místem je místo MU, velitelé sektorů jsou zpravidla VD PS Petrovice - sektor sever a VD PS Ústí nad Labem – sektor jih,
- JPO se soustřeďují dle místa příjezdu k tunelu u obou portálů (nebo dle určení VZ), hasební, evakuační a ostatní činnosti provádí dle rozhodnutí velitele zásahu nebo velitele sektoru,
- pokud není aktivován stálý štáb VZ, nebo do doby než se dostaví na místo události, zřídí VZ z příslušníků PS Ústí nad Labem pomocníka pro spojení a tyla a povolá, prostřednictvím KOPIS technika SSÚD, který VZ poskytne odbornou pomoc.

3. Průzkum a organizace místa zásahu

- prvotní zásah provést vždy z nezasazené trouby s využitím propojky před místem události po směru jízdy v zasažené troubě, tímto směrem jsou po vzniku požáru vždy odváděny pomocí ventilátorů i zplodiny hoření (směr proudění vzduchu pomocí ventilátorů lze následně na pokyn VZ změnit na protisměrný), zásah provádět primárně od stabilních zdrojů požární vody v tunelu, první proud je vhodné nasadit po směru proudění plynů v tunelové troubě z důvodu vyšší efektivity,
- první JPO, která dorazí na místo události (zpravidla PS Petrovice) provádí průzkum místa události „bojem“ a zároveň likvidaci požáru (min. 1+1) a musí **provést fyzickou kontrolu stavu evakuace** osob ze zasažené tunelové trouby, rozhodující pro tuto kontrolu je stupeň zakouření tunelové trouby a zprávy od dispečera SSÚD o stavu samoevakuace dle kamerového systému,
- vyskytují-li se v tunelové troubě uvězněné osoby je nutné zajistit jejich evakuaci, osobám, které nelze bezprostředně evakuovat (např. jsou-li uvězněny ve vozidle následkem DN) je třeba zajistit ochranu dýchacích cest a stínit je před účinky tepelného záření,
- zraněné osoby, nebo osoby, které se nadýchali zplodin hoření soustřeďovat u propojky v nezasazené tunelové troubě, do příjezdu ZZS poskytnout předlékařskou pomoc,
- dle soustředění SaP a stavu na místě události organizuje VZ s VS kromě vlastních hasebních prací průzkumné skupiny, jejich nasazení je vhodné rozdělit na úseky mezi jednotlivými propojkami,
- evakuované osoby soustřeďovat na bližším portálu k místu nehody, pohyb osob v tunelových troubách lze usměrňovat rozhlasem,
- VZ musí společně s VS neustále analyzovat stav na místě události a účelnost nasazení SaP, na základě výsledků analýzy přijímat vhodná opatření.

10 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo definovat, na základě přípravy a provedení taktického cvičení složek IZS, soubor technických a organizačních opatření nutných pro zajištění podmínek pro bezpečné vedení účinného zásahu složek IZS.

V úvodní části jsou, kromě varujících příkladů požárů k nimž došlo v minulosti, uvedeny obecné zásady zásahu požárních jednotek požární ochrany v silničních tunelech. Je v ní popsán charakter rozvoje požáru a nebezpečí, které je součástí vzniku mimořádné události tohoto typu.

Ve druhé části je uvedena charakteristika dálničního tunelu Panenská. Je zde také popsáno požárně bezpečnostní vybavení tunelu.

Střední, stěžejní část je věnována praktickým zkouškám a taktickému cvičení, které se uskutečnilo během zkušebního provozu a to v těsně před uvedením dálničního tunelu Panenská na dálnici D8 do provozu.

Na základě poznatků z experimentálních zkoušek a zjištěných poznatků z provedeného taktického cvičení složek IZS, byl sestaven doporučený návod (metodický návod) určený jednotkám požární ochrany pro likvidaci případného požáru v tunelové troubě v tunelu Panenská na dálnici D8, který je uveden v závěrečné části diplomové práce.

Vzhledem k velmi malým zkušenostem se zásahy v tunelových tělesech, zkoušky a taktické cvičení prokázaly, že je zapotřebí věnovat velkou pozornost odborné přípravě a výcviku všech složek IZS. Zejména v oblastech spolupráce ve štábu velitele zásahu, taktice zásahu, průzkumu či komunikaci u zásahu tohoto typu se objevily značné nedostatky, které vyplynuly z nedostatku zkušeností při řešení mimořádné události v dálničním tunelu za účasti složek IZS.

Výše uvedené zkoušky a taktické cvičení ukázalo, že početní stavy příslušníků na stanici Petrovice, se jeví jako nedostačující pro prvotní zásah tohoto typu. Činnost směřující k záchraně osob a likvidaci požáru s jedním družstvem o počtu 1+5 není možno v plném rozsahu uskutečnit. I přes skutečnost, že stanice Petrovice je zřízena především pro zásah na dálnici D8, není doposud ve smyslu vyhlášky č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhlášky č. 226/2005 Sb., předurčena pro systém záchranných prací při dopravních nehodách na dálnicích, rychlostních komunikacích a vybraných silnicích I. třídy. Tímto by se zvýšil základní početní stav příslušníků sloužící v jedné směně na počet 1+7. S předurčeností této stanice se počítá až od roku 2010, kdy bude dostavěn úsek dálnice D8 mezi obcemi Lovosice a Ústí nad Labem.

Dalším závažným nedostatkem, který může ve svém důsledku ohrozit zdraví a životy osob při vzniku mimořádné události v tunelu je nedostatek evakuačních dýchacích přístrojů a evakuačních masek, které jsou nezbytné pro evakuaci (vyvedení) osob v případě silného zakouření tunelové trouby.

Velkým přínosem při řešení mimořádných událostí v tunelech, zejména z pohledu předpokládaných následků, bude systém detekce vozidel převážejících nebezpečný náklad, kterého instalace, na základě požadavků složek IZS, se připravuje. Tento systém využívá HDTV kamer systému pro měření úsekové rychlosti. Použití HDTV kamer je nezbytné pro zaznamenání registrační značky vozidla a zejména výstražné tabulky označující vozidlo, které přepravuje nebezpečný náklad. K tomuto účelu se též využívají infračervené (IR) reflektory systému pro měření úsekové rychlosti, které umožňují nasvítit registrační a doplňkovou VT značku i u rychle jedoucích vozidel. Detekce a rozpoznání SPZ/RZ a VT je prováděno automaticky pomocí videodetekčních algoritmů. Funkce automaticky detekuje vozidlo opatřené VT v zorném poli HDTV kamery a následně přečte číselný kód. Tyto procesy probíhají v reálném čase a výsledná rozpoznaná značka je k dispozici bezprostředně po detekci vozidla (do 1 sec). Následně tento systém předá v případě detekce VT informaci do nadřazeného systému řízení dopravy, který upozorní operátora (zobrazení jak přečteného textu VT, tak jejího snímku) na přítomnost vozidla převážející nebezpečnou látku v tunelu. Samozřejmostí je i archivace a zpětné vyhledávání.

Problematika zdolávání mimořádných událostí v dálničních tunelech je vysoce odborná a velmi rozsáhlá. Je třeba si uvědomit, že tato práce ji postihuje pouze dílčím způsobem. Ale dovoluji si tvrdit, že je i svým způsobem přínosná, neboť se snaží rámcově postihnout konkrétní situaci na konkrétním území.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Bojový řád jednotek PO. *Metodické listy*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2005, ML – 8 S
- [2] <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/503521-tunel-Panenska>
- [3] SIAŘ GŘ HZS ČR. *Doporučený postup pro přípravu taktických a prověřovacích cvičení*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, Částka 26, 2005
- [4] ŠENOVSKÝ, M., BEBČÁK, P. *Operativní plán tunelu Panenská*. Ostrava, 09/2006, 11 s.
- [5] MOŽNÁ, J. *Využití modelování evakuace při navrhování tunelů na silničních komunikacích*. ČVUT FD, 2007. 66 s.
- [6] HORA, J. *Vyhodnocení taktického cvičení tunelu Valík*. GŘ, 2006.
- [7] BALOG, K., KVARČÁK, M. *Dynamika požáru*. Ostrava : SPBI, 1999. 96 s. ISBN 80-86111-44-X.
- [8] ŠENOVSKÝ, M; ADAMEC, V; HANUŠKA, Z. *Integrovaný záchranný systém*. Ostrava: SPBI, 2005. 157 str. ISBN: 80-86634-55-8
- [9] Zákon č. 133/1985 Sb., *o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů*
- [10] Vyhláška č. 246/2001 Sb., *o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru*
- [11] Vyhláška č. 247/2001 Sb. *o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhl. č. 226/2005 Sb.*
- [12] Nařízení Krajského úřadu Ústeckého kraje č. 1/2007, *kterým se vydává plán pokrytí Ústeckého kraje jednotkami požární ochrany*.
- [13] VLČEK, V. *Požární bezpečnost silničních tunelů*. Ostrava: Doktorská disertační práce, 2005, 155 stran.
- [14] LÖNENMARK, A. *On the Characteristics fo Fire in Tunnels*. Švédsko, Lund, 2005, DFSE, Lund University, ISBN 91-628-6637-0
- [15] ČSN 73 7507 *Projektování tunelů pozemních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2006, 56 stran
- [16] Hanuška, Z. *Metodický návod k vypracování dokumentace zdolávání požárů*. MV ředitelství HZS ČR, Praha 1996
- [17] TP 98. *Technologické vybavení tunelů PK*. 1997, ELTODO Praha
- [18] <http://www.nfpa.org/assets/files/PDF/ROP/502-A2007-ROP.pdf>

Seznam použitých zkratek a značek

HZS	- Hasičský záchranný sbor Ústeckého kraje.
IZS	- integrovaný záchranný systém.
Jednotky PO	- jednotky požární ochrany.
Jednotky SDHO	- jednotky sboru dobrovolných hasičů obce
SaP	- síly a prostředky
TP	- tunelová propojka
PTO	- provozně technický objekt
MU	- mimořádná událost.
KOPIS	- operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru.
LZS	- letecká záchranná služba
PO	- požární ochrana.
VZ	- velitel zásahu
VD	- velitel družstva
BÚ	- bojový úsek
RDST	- radiostanice
DN	- dopravní nehoda
SSÚD	- středisko správy a údržby dálnic
ŘSD	- ředitelství silnic a dálnic
PS	- požární stanice
MÚK	- mimoúrovňová křižovatka
VT	- výstražná tabulka
HDTV kamera	- kamera s vysokým rozlišením obrazu
OIKT	- odbor informačních a komunikačních technologií
apod.	- a podobně
č.	- číslo
např.	- například
Sb.	- Sbírky
vyhl.	- vyhláška

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. I: Obecné zásady zásahu jednotek požární ochrany v silničních tunelech.	68
Příloha č. II: Časový plán činnosti zúčastněných složek v průběhu cvičení.....	75
Příloha č. III: Fotodokumentace ze zkoušek a taktického cvičení	79

Příloha č. I. *Obecné zásady zásahu jednotek požární ochrany v silničních tunelech.*

Poznámka: Tyto zásady jsou zpracovány podle metodických listů pro příslušníky HZS.

Charakteristika

1) Silniční tunel je liniový podzemní objekt, kterým prochází pozemní komunikace (silnice, dálnice nebo místní komunikace), umožňující plynulou a bezpečnou jízdu vozidel podcházením horských masivů, vodních překážek, osídlených oblastí, kulturněhistoricky či ekologicky cenných území apod.; vyznačuje se uzavřeným příčným profilem.

2) Součástí silničního tunelu, např. v závislosti na jeho délce, uspořádání nebo větrání tunelu mohou být:

- a) tunelová trouba - část tunelu, vymezená portály tunelu, kterou je vedena pozemní komunikace,
- b) portál tunelu - část tunelu, která z vnějšku ohraničuje tunelovou troubu a utváří vjezdový, výjezdový nebo kombinovaný otvor tunelové trouby a prostor kolem něho,
- c) tunelová propojka - příčná část tunelu, zpravidla navrhovaná jako částečně chráněná úniková cesta, jež spojuje dvě tunelové trouby mezi sebou ve vymezených vzdálenostech; může plnit funkci záchranné cesty a je zpravidla přetlakově větrána,
- d) technologické vybavení tunelu - technické vybavení komplexu tunelu, sloužící ke zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví účastníků provozu i pracovníků provozovatele tunelu, bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích a k zabezpečení odpovídajících podmínek pro výkon obsluhy a údržby pracovníky provozovatele; jeho části plní plně nebo částečně funkci bezpečnostního vybavení v souladu se závěry bezpečnostní dokumentace. Patří sem např. i technologické šachty nebo chodby pod vozovkou,
- e) nouzový chodník - komunikační prostor v tunelové troubě pro chůzi osob, který slouží jako nechráněná úniková cesta, dále jako přístupová cesta ke vstupům záchranných cest, k SOS kabinám, k hydrantům požárního vodovodu a zároveň k provádění servisní činnosti,

- f) nouzový pruh - přidružený pruh, umístěný vpravo ve směru jízdy, který umožňuje plné nebo částečné nouzové odstavení vozidel, popř. bezproblémový průjezd vozidel složek IZS,
- g) nouzový záliv - rozšířený prostor tunelu pro nouzové odstavení vozidel, který se zřizuje po určitých vzdálenostech,
- h) otáčecí záliv - rozšířený prostor tunelu, který umožňuje v tunelu nouzové otočení vozidel do protisměru,
- i) nástupní plocha - zpevněná plocha, určená k soustředění sil a prostředků při zdolávání mimořádné události zpravidla před portálem tunelu, vně tunelové trouby; slouží k nástupu jednotek, složek IZS a jejich techniky,
- j) náhradní úniková cesta - úniková cesta, umožňující únik osob z tunelu mimořádným (nestandardním) způsobem, např. po žebříku, po skluzné tyči, oknem, technologickou šachtou nebo chodbou atd.,
- k) záchranná cesta - část únikové cesty, chráněná od místa ohrožení v tunelové troubě požární dělicí konstrukcí; podle účelu a velikosti světlého průřezu rozeznáváme záchranné cesty pro osoby, záchranné cesty pro vozidla, záchranné cesty pro osoby a zásahová vozidla, záchranné šachty, resp. schodišťové objekty; záchranná cesta ústí na volné prostranství nebo do souběžné tunelové trouby a zpravidla je přetlakově větrána,
- l) záchranná šachta - svislý nebo šikmý komunikační prostor, sloužící pro únik osob, popř. pro zásah složek IZS,
- m) zachytné bezpečnostní zařízení - dopravní zařízení, určené k zachycení vozidel, jako jsou zábradlí, svodidla, vodící stěny, prahy a obrubníky, tlumiče nárazu atd.,
- n) kabina SOS - uzavřený prostor hlásky nouzového volání, určený rovněž k umístění dalšího bezpečnostního vybavení,
- o) nouzové osvětlení tunelu - člení se na náhradní osvětlení tunelu a nouzové únikové osvětlení tunelu,
- p) náhradní osvětlení tunelu - je zajišťováno náhradním osvětlením tunelové trouby a plnohodnotnou funkcí všech dalších osvětlovacích soustav osvětlení tunelu; náhradní osvětlení tunelu umožňuje pokračování provozu komplexu silničního tunelu se stanovenými omezeními nebo zvýšení bezpečnosti provozu v tunelu při jeho uzavírání,
- q) náhradní osvětlení tunelové trouby - je zpravidla zajišťováno funkcí vybraných svítidel normálního osvětlení pozemní komunikace tunelové trouby a je součástí náhradního osvětlení tunelu; uvádí se do funkce ve zvláštním režimu provozu tunelu při náhradním napájení elektrickou energií,